FACULTÉ DE MÉDECINE DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY
1898-99 N° 56.

DÉTERMINATION EXACTE DE LA POSITION
DES
CORPS ÉTRANGERS
DANS L'ORGANISME
PAR L'EMPLOI DES RAYONS ROENTGEN

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le Vendredi 28 Juillet 1899, à 3 h.

POUR OBTENIR LE GRADE DE

Docteur en Médecine

PAR

Charles-Louis-Alphonse FORQUIN

ANCIEN EXTERNE DES HÔPITAUX
Lauréat de la Faculté
Né à Hagécourt (Vosges), le 16 Janvier 1876.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE :

MM. GROSS	professeur.....		*Président.*
BARABAN	professeur.....	}	
JACQUES	agrégé.....	}	*Juges.*
GUILLOZ	agrégé.....	}	

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

NANCY
A. CRÉPIN-LEBLOND, IMPRIMEUR-ÉDITEUR
21, RUE SAINT-DIZIER, 40, RUE DES DOMINICAINS
(Passage du Casino)

1899

FACULTÉ DE MÉDECINE DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY
1898-99 N° 56.

DÉTERMINATION EXACTE DE LA POSITION
DES
CORPS ÉTRANGERS
DANS L'ORGANISME
PAR L'EMPLOI DES RAYONS RŒNTGEN

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le Vendredi 28 Juillet 1899, à 3 h.

POUR OBTENIR LE GRADE DE

Docteur en Médecine

PAR

Charles-Louis-Alphonse FORQUIN
ANCIEN EXTERNE DES HÔPITAUX
Lauréat de la Faculté
Né à Hagécourt (Vosges), le 16 Janvier 1876.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE :

MM. GROSS	professeur.....	*Président.*
BARABAN	professeur.....	*Juges.*
JACQUES	agrégé.....	
GUILLOZ	agrégé.....	

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

NANCY
A. CRÉPIN-LEBLOND, IMPRIMEUR-ÉDITEUR
21, RUE SAINT-DIZIER, 40, RUE DES DOMINICAINS
(Passage du Casino)

1899

FACULTÉ DE MÉDECINE DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

Doyen : M. GROSS ✻, I ✪.

Assesseur : M. BERNHEIM, ✻, I ✪.

Doyen honoraire : M. TOURDES O ✻, I ✪.

Professeurs honoraires : MM. TOURDES O ✻, I ✪, HERRGOTT ✻, I ✪, HECHT ✻, I ✪, BEAUNIS ✻, I ✪.

Clinique médicale	M. BERNHEIM ✻, I ✪, professeur.
Clinique chirurgicale	M. GROSS ✻, I ✪, professeur.
Physique médicale	M. CHARPENTIER, I ✪, professeur.
Médecine opératoire	M. CHRÉTIEN, I ✪, professeur.
Clinique chirurgicale	M. WEISS, A ✪, professeur.
Pathologie externe	M. FROELICH, A ✪, agrégé, chargé du cours.
Chimie médicale et toxicologie	M. GARNIER, I ✪, professeur.
Clinique médicale	M. SPILLMANN, I ✪, professeur.
Clinique obstétricale et Accouchements	M. A. HERRGOTT, I ✪, professeur.
Médecine légale	M. E. DEMANGE, I ✪, professeur.
Hygiène	M. MACÉ, I ✪, professeur.
Thérapeutique et Matière médicale	M. SCHMITT, I ✪, professeur.
Anatomie pathologique	M. BARABAN, I ✪, professeur.
Anatomie descriptive	M. NICOLAS, I ✪, professeur.
Physiologie	M. MEYER, A ✪, professeur.
Pathologie gén. et Pathologie interne.	M. SIMON, I ✪, professeur.
Histologie	M. PRENANT, I ✪, professeur.
Histoire naturelle médicale	M. VUILLEMIN, A ✪, professeur.

Cours complémentaires

Clinique des maladies des yeux	M. ROHMER, I ✪, agrégé libre, chargé du cours
Clinique des maladies des vieillards	M. P. PARISOT, I ✪, agrégé libre, ch. du cours
Clinique des maladies des enfants	M. HAUSHALTER, A ✪, agrégé, chargé du cours
Clinique des maladies syphilitiques et cutanées	M. FÉVRIER, ✻, A ✪, agrégé, ch. du cours.
Accouchements	M. SCHUHL, A ✪, agrégé, ch. du cours.

Agrégés en exercice

MM. GUÉRIN, I ✪.	MM. ZILGIEN.	MM. JACQUES, A ✪.
HAUSHALTER, A ✪.	GUILLOZ, A ✪.	LAMBERT.
FÉVRIER, ✻, A ✪.	FROELICH, A ✪.	BOUIN.
ETIENNE.	SCHUHL, A ✪.	ANDRE.

Agrégés libres : MM. SCHLAGDENHAUFFEN, ✻, I ✪, ROHMER, I ✪, VAUTRIN, A ✪. REMY, A ✪, P. PARISOT, I ✪.

M. F. LAMBERT DES CILLEULS, Ⓜ, A ✪, Secrétaire.

La Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ni les approuver ni les improuver.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MA MÈRE

A MES ONCLES ET TANTES

A MES AMIS

A mon Président de Thèse

MONSIEUR LE PROFESSEUR GROSS

DOYEN DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

A MONSIEUR GUILLOZ

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE PHYSIQUE BIOLOGIQUE A LA FACULTÉ

A TOUS MES MAITRES DE L'UNIVERSITÉ

PRÉFACE

La découverte de la propriété merveilleuse que possèdent les rayons X de traverser les corps opaques, publiée par le Professeur Rœntgen, de l'Université de Würtzbourg, au début de l'année 1896, en enrichissant la science de la connaissance d'un phénomène nouveau, s'est montrée bientôt fertile en applications imprévues et fructueuses, dont les sciences médicales ont tiré un parti si important : à savoir une méthode nouvelle d'investigation et d'exploration du corps humain.

Elle a, dès l'abord, suscité un vif enthousiasme, provoqué un grand nombre de recherches ; et, grâce aux perfectionnements successifs imprimés à la méthode nouvelle, elle n'a pas tardé à rendre les plus grands services aux diverses branches de la médecine : à l'anatomie, à la chirurgie, à la médecine légale, et même au diagnostic et à la thérapeutique médicales.

La chirurgie a été la première à bénéficier des avantages de la nouvelle méthode, à laquelle elle a journellement recours pour faciliter les constatations cliniques, pour guider les interventions opératoires. C'est ce que proclamait déjà M. le Professeur Gross dans le discours qu'il prononçait, en

qualité de président, au XI[e] Congrès de chirurgie, qui eut lieu à Paris, le 18 octobre 1897.

« La première application à la chirurgie, dit-il, concerne la recherche et la constatation des corps étrangers ; problème d'une simplicité tout élémentaire dans bien des cas, le diagnostic de la présence d'un corps étranger est, d'autres fois, fort délicat et fort difficile, même impossible, malgré l'application la plus habile de nos moyens d'investigation ordinaires.

« Dans le doute, certes, une incision exploratrice faite dans une région superficielle, lors même qu'elle aboutirait à un résultat négatif, ne saurait présenter grand inconvénient, mais en est-il de même lorsqu'il s'agit d'explorer une région profonde. La fluoroscopie et la radiographie nous renseignent aujourd'hui de la façon la plus exacte et sans aucune souffrance pour le malade. Les accidents d'érythème et autres signalés à la suite de leur emploi sont exceptionnels ; nous n'en avons jamais observés. Le moindre corps étranger, quelle que soit la profondeur à laquelle il siège dans nos tissus et nos organes, pourvu qu'il soit constitué par une substance imperméable aux rayons X, apparaîtra sur l'écran fluorescent ou la plaque radiographique, à côté de l'image du squelette de la région, sous l'aspect d'un point, d'un trait, d'une tache dénotant son siège, sa forme, ses dimensions, sa nature. On reconnaît, avec la plus grande netteté, la présence d'une épingle, d'une aiguille, d'un éclat de verre, dans une main par exemple. Lorsque l'examen radiographique ne révèle rien, le chirurgien est en droit d'affirmer, dans la majorité des cas, qu'il n'existe pas de corps étrangers. Il évitera ainsi tous les inconvénients d'une recherche infructueuse, d'une

tentative d'extraction inutile, opérations toujours pénibles, douloureuses, parfois dangereuses, selon le siège et l'état des parties.

« La nécessité d'un diagnostic rigoureux devient autrement importante pour les corps étrangers situés profondément.

« Nous savons tous, par expérience, combien la recherche et la constatation d'une épingle avalée, d'une pièce de monnaie déglutie, chez les enfants surtout, sont choses difficiles, même périlleuses, combien l'incertitude dans les manœuvres d'extraction expose parfois à des accidents.

« La fluoroscopie et la radiographie nous indiqueront le siège exact du corps étranger dans le pharynx ou l'œsophage, en préciseront la position, la forme, les dimensions, et cela sans douleur, même sans fatigue pour le patient. Quelle différence avec les conditions d'autrefois !

« Combien n'a-t-on pas déjà tourmenté, blessé, je dirais volontiers torturé d'enfants, en s'obstinant à chercher, même à vouloir extraire un corps étranger qui n'existait pas, ou qui avait déjà glissé dans l'estomac ou dans l'intestin ?

« La radiographie nous donne tout autant de certitude dans le diagnostic des corps étrangers des voies aériennes.

« Elle a permis de préciser la position d'un clou de tapissier aspiré jusque dans les bronches. Grâce à elle, on a reconnu la nature de corps étrangers dans la vessie.

« Une série d'observations démontre les services rendus dans les cas de blessures par projectile, et la chirurgie militaire est appelée à bénéficier largement de ce précieux moyen de diagnostic. »

M. le Professeur Gross énumère ensuite les services rendus à la chirurgie du squelette, dans les traumatismes des os et dans leurs maladies infectieuses et néoplasiques, tant pour le diagnostic que pour la thérapeutique; puis à la chirurgie des viscères ; et il termine en ajoutant :

« Vous voyez tous les remarquables bénéfices que la chirurgie peut tirer de la fluoroscopie et de la radiographie. La recherche des corps étrangers, l'étude et le diagnostic des lésions du squelette, ne peuvent plus se passer de ces précieux moyens d'investigation. Grâce à eux, nous pouvons établir des diagnostics exacts, poser des indications opératoires précises, vérifier les effets et les résultats de nos interventions avec une facilité, une netteté absolument inconnues jusqu'à ce jour. Dans les affections viscérales, les services rendus sont moins importants, mais nonobstant très encourageants, et tout porte à croire que nous ne sommes encore qu'au début des applications des rayons de Rœntgen. La fluoroscopie et la radiographie constituent donc un mode de recherches, d'étude, de contrôle indispensable pour nos examens cliniques et nos actes opératoires. Il doit être systématiquement employé aujourd'hui. »

Tous les chirurgiens s'associent actuellement à ces éloges et à ces encouragements. La nouvelle méthode a rempli les espérances qu'elle avait fait concevoir ; elle a pris chaque jour plus d'extension, en même temps qu'elle se perfectionnait. C'est ainsi que l'on s'est efforcé de résoudre, d'une façon complète, le problème si important de la *Détermination exacte de la position des corps étrangers situés dans l'organisme*. On ne s'est plus contenté d'une simple appréciation, obtenue en observant sur l'écran fluo-

rescent, ou en recueillant, sur une plaque photographique, l'image de la région où se trouve le corps étranger On s'est ingénié à appliquer la méthode, en utilisant ses données par des procédés plus ou moins compliqués, de façon à donner au chirurgien les renseignements les plus plus précis et les plus complets.

C'est l'étude de ces récents perfectionnements, la description et la comparaison des différents procédés usités, que M. le Professeur agrégé Guilloz nous a conseillé d'entreprendre, en nous faisant part des procédés ingénieux dont il est l'auteur. Nous rendons hommage à son éminent savoir ; nous lui sommes reconnaissant d'avoir appelé notre attention sur ce sujet nouveau, qui intéresse non seulement les électriciens mais aussi les chirurgiens ; nous le remercions enfin de la grande bienveillance qu'il nous a toujours montrée.

M. le professeur Gross, doyen de la Faculté, nous a témoigné l'intérêt qu'il porte à notre travail, en acceptant la présidence de notre thèse ; nous apprécions beaucoup le grand honneur qu'il nous fait. Nous sommes heureux aussi de rappeler que nous avons été son élève, et externe dans son service pendant l'année 1897. Nous le prions de recevoir l'expression de notre entière reconnaissance.

Nous n'oublierons pas non plus les leçons cliniques, pleines d'aperçus originaux et suggestifs, que nous avons suivies près de M. le Professeur Bernheim, pendant que nous étions externe dans son service.

Nous emporterons un excellent souvenir du peu de temps que nous avons passé dans le service de M. le Professeur Weiss, et de la grande affabilité qu'il nous a montrée. Nous avons retiré le plus grand profit de ses leçons, ainsi que

de celles de MM. les Professeurs Spillmann et Baraban, de MM. les Professeurs agrégés Haushalter, André et Jacques.

Nous remercions enfin tous nos maîtres de cette Faculté qui ont contribué à notre instruction et à notre éducation médicales.

INTRODUCTION

Il serait superflu d'insister longuement sur l'insuffisance des moyens dont le chirurgien disposait naguère pour reconnaître la situation des corps étrangers dans l'organisme.

Si, en effet, les lésions anatomiques des tissus, telles que fractures et luxations, néoplasmes, sont reconnues extérieurement et appréciées approximativement par les déformations qu'elles impriment aux régions atteintes, et par les symptômes particuliers et généraux que découvre le clinicien, celui-ci se trouve généralement impuissant à reconnaître la présence, la position, la forme d'un corps étranger situé à l'intérieur du corps, soit qu'il se soit formé spontanément à l'intérieur des viscères, soit qu'il ait été introduit par les voies naturelles, soit, enfin, qu'il ait pénétré par effraction à travers les tissus.

Pour le renseigner, les anamnestiques fournis par le malade, les accidents qu'il présente, sont toujours vagues et souvent trompeurs ; les moyens d'exploration, les instruments dont il dispose sont fréquemment inutiles et parfois dangereux. On connaît l'insuffisance et les inconvénients des sondes, des stylets simples ou armés, du stylet électrique lui-même (1). Dans les incisions explora-

(1) M. Guilloz nous a fait part d'un cas inédit, concernant un enfant qui avait avalé un sou ; des sondes œsophagiennes lui avaient été pas-

trices, le chirurgien va à l'aventure et s'expose à produire des délabrements inutiles.

Au contraire, étant données les propriétés des radiations de Rœntgen, le chirurgien a à sa disposition une méthode directe, générale et sûre, applicable dans tous les cas, infaillible et rigoureuse dans ses données, exempte de dangers (1) ; elle lui permettra, pour ainsi dire, de sonder toutes les parties du corps, et de diriger sa main vers les objets qu'elle lui dévoile.

Parmi les qualités physico-chimiques que possèdent les rayons X, deux de leurs propriétés essentielles nous intéressent spécialement : en premier lieu, ils sont susceptibles de traverser la plupart des corps opaques à la lumière ordinaire, sans se réfléchir, ni se réfracter. En second lieu, ils sont aptes à impressionner une plaque photographique, ou à rendre fluorescent un écran imprégné de certaines substances chimiques. Enfin, leur origine est une surface limitée de l'anticathode (tube focus) qui, pratiquement, peut être considérée comme un point.

Toutefois, ils ne pénètrent pas également tous les corps ;

sées, sans qu'on ait pu se rendre compte de la présence du corps étranger. L'enfant continuant à se plaindre, la radiographie fut exécutée, et montra que le sou s'était arrêté au lieu d'élection, c'est-à-dire au niveau de la première côte. L'extraction fut ensuite effectuée par la bouche.

On a signalé l'inconvénient qu'il y avait à pousser plus avant le corps étranger dans les voies digestives par le passage des sondes. Mais M. Guilloz a constaté, dans de nombreux cas, que cette propulsion ne présentait pas de dangers ; du moins pour les corps de forme régulière comme une pièce de monnaie.

La radioscopie peut aider à diriger l'instrument introduit dans l'œsophage, mais non sans difficultés.

(1) Les cas où on a signalé des accidents sont encore exceptionnels. Cependant M. Guilloz en a présenté un à la Société de médecine de Nancy (séance du 19 juillet 1899).

mais ils sont plus ou moins arrêtés par eux, suivant une proportion voisine de la densité de ceux-ci. Les corps métalliques restent les plus opaques (1).

La puissance elle-même des rayons n'est pas invariable ; mais on peut graduer leur intensité et leurs qualités suivant les résultats à obtenir ; les rayons fournis par un tube qui contient encore relativement beaucoup de gaz (tube doux), ont moins de force de pénétration ; ils seront suffisants pour traverser les parties molles du corps, mais seront fortement arrêtés par les os ; lorsque le vide est plus accentué (tube dur) les corps denses, tels que les os et même les corps métalliques de faible épaisseur pourront être traversés.

On obtiendra donc sur l'écran ou la plaque sensible les

(1) Tout d'abord, on pourrait croire que l'utilité des rayons X est restreinte à la reconnaissance des corps métalliques, qui, seuls, ne sont pas traversés. Mais des corps étrangers d'une autre nature ont pu également être décelés.

M. Meslans a montré que le carbone et les composés qu'il forme avec l'hydrogène, l'oxygène et l'azote sont très transparents ; mais que l'addition d'un métal ou d'un métalloïde à ces corps organiques augmente leur opacité : c'est ce qui explique pourquoi les chairs sont beaucoup mieux traversées que les os. C'est ainsi que M. Guilloz a pu reconnaître à la partie postérieure des fosses nasales d'un enfant, la base d'une tétine de biberon, qui est un disque en os très mince, percé d'un trou qui permettait à l'enfant de respirer.

Les esquilles osseuses peuvent donc être considérées comme des corps étrangers que l'on pourra reconnaître avec leurs dimensions et leurs rapports.

Les éclats de verre peuvent être décelés, mais surtout quand on a affaire à du cristal qui est à base de plomb (le diamant vrai est très transparent).

Dans ses expériences, M. Guilloz a pu constater que des parcelles de bois, en particulier de bois dur, peuvent être décelées dans les parties de faible épaisseur (échardes de la main).

Enfin les calculs biliaires, rénaux, vésicaux, sont plus ou moins perceptibles suivant leur nature.

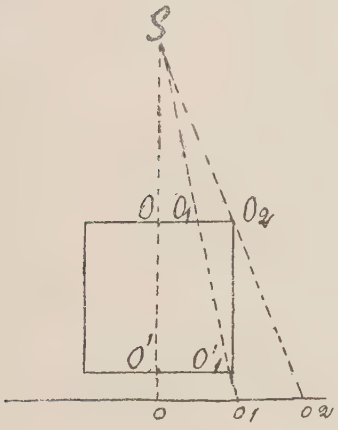
ombres portées par les parties du corps et les objets non traversés par les rayons X ; l'intensité des ombres dépendra des qualités du tube, et variera suivant l'opacité relative des corps traversés, et leur plus ou moins grande épaisseur.

Ces ombres, par leur réunion, forment des images figurant sur un plan les contours agrandis des objets que les rayons rencontrent dans leur trajet rectiligne de leur point d'émission. On conçoit que les images ainsi formées présentent des caractères particuliers, et diffèrent essentiellement des images daguerréotypiques, qui sont des images réelles de l'objet lumineux, rendant compte de ses formes extérieures et des détails de sa surface. Elles ne pourront donc présenter à l'œil que la juxtaposition ou la superposition d'ombres plus ou moins accentuées, sans fournir aucune indication sur les différents plans dans lesquels ces ombres ont pris naissance ; elles nous donneront les dimensions en longueur et en largeur de l'objet, mais laissent échapper la dimension en profondeur ; nous ne pourrons connaître l'épaisseur d'un objet, ni apprécier les distances qui séparent deux points séparés dans le sens antéro-postérieur. On ne peut pas même espérer obtenir ici les indications du relief, comme dans la photographie ordinaire, où les jeux d'ombre et de lumière, qui se produisent sur les parties éclairées, fidèlement reproduits par la plaque sensible de la chambre noire, suffisent à notre œil éduqué de longue date, pour nous donner la notion des formes extérieures de l'objet, par les nuances que produisent les différences d'intensité de la lumière émise ou réfléchie par l'objet. Le clair obscur, dans les plaques radiographiques est dû simplement à la transparence et à l'opacité

des diverses parties de l'objet ; et les variations dans l'intensité de l'ombre pourront, tout au plus, nous faire préjuger de la plus ou moins grande épaisseur du corps opaque interposé.

Il convient en outre de remarquer, que les rayons X, issus de l'anticathode, rayonnent dans toutes les directions, et qu'ils doivent être étudiés comme un faisceau divergent conique ; les ombres portées sur le plan considéré seront les projections coniques de l'objet, avec, comme point de vue, le point d'émission des rayons X ; car le tube producteur est placé à une trop faible distance du corps opaque, pour qu'on puisse assimiler les images obtenues à des projections orthogonales. Examinant ensuite la plaque photographique, par exemple, les objets nous paraîtront affecter sur ce plan des rapports autres que leurs rapports véritables, qui constitueront une source de confusions bien connues des radiographes.

Une simple figure peut nous rendre compte de ces deux particularités (Fig. 1). Considérons un point S, source des rayons homocentriques ; un plan horizontal et une section carrée d'un corps interposé. Les rayons émanés de ce point normalement au plan de l'écran, donneront la projection horizontale des points qu'ils rencontrent ; 2 points O et O' situés sur le trajet d'un tel rayon, auront leurs projections au même point o,



sans qu'on puisse apprécier directement leur distance ; un objet de forme allongée, situé exactement suivant cette ligne, apparaîtra sous forme d'un point.

Pour tout autre rayon, dont le trajet n'est plus normal au plan, les projections ne se feront plus suivant la verticale ; et ce sera les images des points O_1 et O'_1 qui viendront se confondre en un même point sur l'écran. On voit alors qu'un objet qui aura $O\,O_1$ comme dimensions, paraîtra, à en juger par son ombre, aussi grand qu'un objet situé de O' à O'_1 ; mais l'ombre sera moins accentuée. Dans ce cas on ne pourra donc ni juger de la position du corps dans l'espace, ni apprécier exactement ses dimensions, et l'on pourra croire qu'un corps opaque situé en O' se trouve quelque part sur la ligne $O'_1\,O_2$. Enfin à partir de O_1, l'ombre ira en diminuant d'intensité, puisque les parties du corps traversées seront de moins en moins épaisses, et il se formera une dégradation de l'ombre.

On comprend combien il est délicat, par un simple examen d'une image radioscopique ou radiographique, d'apprécier la position, la forme, les dimensions d'un corps étranger, d'autant plus que les ombres des différentes parties traversées, en se superposant, en enchevêtrant leurs contours, s'accentuent ou s'effacent ; et pourquoi il convient d'interpréter les données obtenues par cette méthode et de les développer par des opérations complémentaires, de remédier à leur insuffisance et d'éviter les causes d'erreur (1).

(1) Nous rappellerons l'observation de M. Remy qui l'a amené à chercher, avec M. Contremoulins, un procédé qui leur permette d'obtenir, par la radiographie, des renseignements plus précis. C'était un malade qui avait reçu une balle de revolver entrée par le temporal droit, et qui avait été,

Toutefois on peut se contenter d'un examen radioscopique simple, ou d'une seule radiographie, lorsqu'il s'agit de régions peu épaisses et peu compliquées, où les images sont nettes et les causes d'erreur faibles, et lorsque le corps étranger se trouve assez superficiellement. Dans ces conditions, en comparant le cliché obtenu avec la région intéressée, le chirurgien, avec un peu d'habitude, reconstituera facilement la topographie de la région, et pourra reconnaître assez exactement la forme, les dimensions, les rapports du corps étranger qui ne pourra plus se dérober à ses recherches. C'est le cas pour les corps étrangers si fréquents dans les membres : aiguilles brisées, clous, plombs de chasse, échardes de bois, débris de fer, éclats de verre, implantés dans les tissus des doigts, des mains, du poignet et de l'avant-bras.

Il n'en est plus de même, lorsque l'on veut déterminer la situation des corps étrangers situés profondément dans les tissus ou les organes du corps, tels que les balles, éclats d'obus, et projectiles de toute nature, qui ont pénétré dans la cuisse, dans l'épaule, ou qui ont perforé la cage thoracique, ou qui sont tombés dans la cavité abdominale, ou qui se sont logés dans le crâne ; les sous, cailloux, épingles et corps de toutes sortes, introduits dans les

à la suite, frappé de cécité. Une épreuve radiographique montra qu'un projectile du calibre de 6 à 7 millimètres semblait situé en arrière de la lame criblée de l'ethmoïde, en avant du chiasma optique, ce qui répondait bien aux signes cliniques. L'opération fut pratiquée par M. Remy qui put insinuer son doigt entre le cerveau et le crâne, et explorer la fosse interorbitaire jusqu'à la selle turcique, sans trouver le projectile, que l'opérateur a finalement senti hors du crâne, à la partie profonde de l'orbite. Cette opération, qui n'a pas eu de suites fâcheuses, n'avait donc pu atteindre le but proposé, parce que la radiographie n'avait pas déterminé avec assez de précision la place du projectile.

voies aériennes, le tube digestif, les organes génito-urinaires ; enfin les calculs biliaires ou urinaires, malgré leur peu d'opacité pour les rayons X. Il est alors d'autant plus indispensable d'être en possession de renseignements précis, que les organes sont plus importants, et que le chirurgien se basera sur les mesures qui lui sont données, sur les points de repère qui lui sont indiqués, pour juger l'opportunité et la gravité de l'intervention ; pour en déterminer les limites exactement, et régler la direction qu'il devra imprimer à son acte opératoire.

Aussi des procédés, déjà nombreux, se basant sur les données de la radioscopie ou de la radiographie, ont été présentés pour résoudre ce problème, soit par des déductions géométriques, soit par des moyens physiques appropriés. Il était logique de songer, tout d'abord, à appliquer aux images obtenues par les rayons X, comme à celles fournies par lumière ordinaire, les règles de la stéréoscopie. Les premiers pas dans cette voie furent faits par MM. Imbert et Bertin-Sans, de Montpellier, qui donnèrent quelques indications de leurs essais dans la *Presse médicale* du 8 juillet 1896 ; MM. Marie et Ribaut ont donné une étude approfondie de cette méthode en appliquant la *stéréoscopie de précision à la radiographie ;* leur procédé fut présenté à l'Académie des sciences dans sa séance du 22 mars 1897, et exposé à la Société française de physique dans ses séances des 23 et 24 avril, à côté du procédé géométrique de MM. Remy et Contremoulins ; celui-ci fut présenté par M. Marey à l'Académie de médecine, dans sa séance du 30 mars 1897, sous le titre : *Nouveau perfectionnement des applications chirurgicales des rayons X.*

M. Péan rapporta à l'Académie de médecine, en sa

séance du 7 décembre 1897, les résultats qu'il avait obtenus avec le procédé radiographique de M. Mergier, dont il donne une description succincte : *Sur l'extraction de deux projectiles ayant pénétré dans l'intérieur du crâne, faite en se guidant sur le procédé radiographique* de M. Mergier. Les procédés radioscopique et radiographique ont été présentés à l'Académie de médecine, dans sa séance du 1er mars 1898, par M. le professeur Gariel.

M. Marey présenta à l'Académie des sciences, le 31 janvier 1898, une note de M. H. Morize : *Sur un nouveau procédé de détermination de la position des corps étrangers par la radioscopie.*

En Angleterre, James Mackensie Davidson et Hedley, décrivirent dans le *British médical Journal* du 1er jan- 1898, un *appareil ponr la mesure exacte et la localisation des corps par les rayons Rœntgen.*

Cette même année 1899, le 16 janvier, M. Roulliés présenta, à l'Académie des sciences, son procédé de *Stéréoscopie radioscopique.*

Toutefois beaucoup d'auteurs s'étaient déjà occupés de la question ; la première idée de cette application reviendrait à un savant italien, M. Sauve. M. le docteur Destot avait déjà donné antérieurement le principe du procédé dont il est l'auteur, dans le numéro de la *Radiographie* de juin 1898.

Nous ajouterons aussi le nom de M. Guilloz.

M. Londe présenta également à l'Académie des sciences (séance du 27 mars 1899) un note *sur un nouvel appareil destiné à l'orientation des radiographies et à la recherche des corps étrangers.*

A cette liste, nous ajoutons les *procédés pour la détermi-*

nation de la position des corps étrangers dans l'organisme par la radiographie et la fluoroscopie, que M. Th. Guilloz a exposés à la Société de médecine de Nancy dans sa séance du 24 mai 1899, et qu'il avait eu l'occasion d'employer antérieurement. (Voir *Revue médicale de l'Est*, numéro du 1er août.)

Nous allons passer à l'étude de ces différents procédés, en les classant en deux groupes distincts : les uns appliquent les principes physiques de la stéréoscopie ; les autres emploient des constructions géométriques. Parmi les procédés de ces deux groupes, les uns ont recours à la radioscopie, les autres à la radiographie. D'où la division résumée dans le tableau suivant :

- I. Méthode stéréoscopique
  - 1. Radioscopique
    - 1. Procédé de MM. Roulies et Lacroix.
    - 2. Procédé du docteur Destot.
    - 3. Procédé de M. Guilloz.
  - 2. Radiographique. — Procédé de MM. Marie et Ribault.
- II. Méthode géométrique
  - 1. Radioscopique
    - 1. Procédé de M. Morize.
    - 2. Procédé de M. Mergier.
    - 3. Procédé de M. Londe.
    - 4. Procédé de M. Guilloz.
  - 1. Radiographique.
    - 1. Procédé de MM. Rémy et Contremoulins.
    - 2. Procédé de M. Mergier.
    - 3. Procédé de MM. Mackensie Davidson et Hedley.
    - 4. Procédé de M. Guilloz.

Après avoir donné la description de ces procédés suivant l'ordre que nous venons d'indiquer, nous en ferons la critique, de façon à nous permettre de faire un choix judicieux parmi ceux qui, en offrant le plus de garanties d'exactitude, sont en même temps les plus simples et les plus pratiques, et à nous indiquer les conditions dans lesquelles il convient de les utiliser.

I. — MÉTHODE STÉRÉOSCOPIQUE

Cette méthode se base sur les conditions de la vision binoculaire, et emprunte les principes de la stéréoscopie, pour reconstituer, par l'examen d'images planes, les formes des objets qu'elles représentent, et fournir à l'observateur la sensation du relief, par la production simultanée de deux impressions rétiniennes différentes, se fusionnant pour donner naissance à une perception unique.

Ainsi appliquée à la radioscopie et à la radiographie, la stéréoscopie permet d'éviter les inconvénients fournis par l'examen direct des images qui donne seulement les contours des objets, des ombres chinoises, comme on dit. L'objet lui-même sera reproduit en une image virtuelle, avec ses trois dimensions dans l'espace ; il sera possible de juger du relief des os, et d'apprécier la place occupée par un corps étranger. C'est alors, à proprement parler, que l'œil pénétrera les régions examinées, et se rendra compte de leur disposition interne.

Comme dans toute opération stéréoscopique, il sera nécessaire de réaliser les deux conditions générales suivantes :

1° Obtenir deux images, représentant l'objet vu sous la perspective que chaque œil percevrait isolément. Dans le cas

particulier, les deux images devront reproduire la vision que donnerait chaque œil, en examinant l'objet supposé transparent. Pour cela, il suffit de faire agir successivement deux tubes placés dans une position telle que les rayons émis suivent la direction des rayons visuels que l'on suppose pouvoir traverser l'objet. L'on obtiendra deux images symétriques réalisant la première condition ;

2° Il faut, ensuite, présenter isolément à chaque œil, l'image qui lui correspond, tout en donnant au sujet l'illusion qu'elles émanent des mêmes points, comme si elles étaient superposées. De la fusion de ces deux sensations différentes naît la notion du relief. Le stéréoscope est l'appareil employé en radiographie pour réaliser cette deuxième condition ; la radioscopie doit avoir recours à un dispositif différent, qui varie suivant les procédés de MM. Roulliès et Lacroix, de M. Destot et de M. Guilloz, mais dont le principe est encore le même.

1° Radioscopie stéréoscopique.

Le problème qui consiste à appliquer les deux principes de la vision stéréoscopique aux images obtenues sur l'écran fluorescent, en apparence fort simple, présente cependant une difficulté et ne fut résolu que tout récemment.

On dispose deux tubes, séparés l'un de l'autre par une distance à peu près égale à l'écart des deux yeux : soit environ 7 cent., et séparés de l'écran par une distance au moins égale à celle du punctum proximum de l'œil normal, c'est-à-dire 20 ou 30 centimètres. Dans ces conditions on obtient

deux ombres symétriques de l'objet, et presque superposées, pouvant réaliser la première condition nécessaire.

Mais il convient en outre d'attribuer à chaque œil l'image seule qui lui correspond ; tandis que ces images superposées et vues en même temps par les deux yeux, apparaissent confuses et ne peuvent réaliser la seconde condition. Alors, pour opérer le triage des images, et ne montrer à chaque œil que celle qui lui convient, on utilise le principe bien connu de la persistance des images rétiniennes. On actionne alternativement chacune des ampoules pendant un temps très court, et en même temps on laisse voir alternativement à chaque œil, l'image unique produite par le tube correspondant. Chaque œil ne voit plus ainsi qu'une seule et même image ; et, grâce à la persistance des images rétiniennes, on obtient une vision continue de deux images différentes superposées ; la fusion de ces deux sensations rétiniennes donne naissance à la notion du relief.

Appareil de MM. Roulliès et Lacroix. — Les deux tubes et l'écran étant disposés comme nous l'avons dit, l'observateur regarde l'écran par deux trous susceptibles d'être obturés tour à tour par un disque semi-lunaire. Un interrupteur double, genre Foucault, est placé sur le trajet du courant, et peut l'envoyer alternativement dans deux bobines de Ruhmkorff actionnant chacune une ampoule. On peut n'employer qu'une bobine, et commuter le courant induit de haute tension, mais ce dispositif ne donne que des résultats inférieurs. Un système de poulies mises en mouvement par la main, permet, simultanément, d'obturer un œil, et d'illuminer un des tubes que le courant traverse comme une série d'éclairs.

Appareil de M. Destot. — « Cet appareil, d'une méca-

nique plus perfectionnée, fonctionne électriquement sur haut ou bas voltage. Un moteur électrique entraîne une turbine à mercure qui projette sur un anneau un jet de mercure interrompu par des dents ; l'anneau a deux moitiés isolées, ce qui en fait un commutateur nouveau ; chaque moitié a quatre dents, de façon que la bobine en connexion avec chaque moitié reçoit quatre interruptions. L'axe de la turbine prolongé engrène sur l'appareil à éclipse, si bien que pour chaque tour de la turbine, les deux yeux sont alternativement ouverts et fermés, et que chaque tube reçoit les quatre interruptions. La turbine a 30 tours à la seconde (vitesse moyenne), soit 240 interruptions et 150 pour chaque œil. Avec ce nombre d'interruptions l'effet est absolument continu, et on a l'illusion absolue de la vision binoculaire. »

Appareil de M. Guilloz. — Le dispositif consiste à employer le double trembleur interrupteur de son modèle, en décalant les interrupteurs de 90° l'un par rapport à l'autre ; puis un mode spécial d'examen des images, remplaçant le disque obturateur et les engrenages qui le meuvent. Nous rappellerons, une fois pour toutes, la description du trembleur interrupteur que M. Guilloz a présentéà la Société de médecine de Nancy (24 novembre 1898) et à la Société française de physique (Séance du 16 décembre 1898, Broca).

« L'extrémité de l'axe d'une petite dynamo tournant de 2.000 à 2.200 tours par minute, porte un disque de cuivre isolé de l'axe par un cylindre d'ébonite qui lui est concentrique. Un balai sert de prise de courant en frottant sur un anneau de cuivre brasé concentriquement sur le disque du côté de la dynamo.

« L'autre face du disque porte une tige coudée sorte de

vilbrequin dont l'autre extrémité tourne dans un pivot fixe. Les sommets de cette tige coudée, projetés sur le disque, déterminent le sommet d'un polygone régulier cintré sur l'axe de la dynamo ; les sommets servent de tête à des bielles de cuivre articulées, dont la dernière vient, quand elle est au bout de sa course, plonger dans du mercure servant de seconde prise au courant, et recouvert d'une couche d'eau. Les tiges tricotent donc avec la même différence de phase. »

M. Guilloz utilise un trembleur composé trois tiges, dont la course maximum est de 5 centimètres ; il y a plus de 100 interruptions à la seconde et le contact est réduit à 1/150^{e} de seconde.

On dispose un semblable trembleur à chaque extrémité de l'axe de la dynamo, en décalant les deux systèmes de 90 degrés l'un par rapport à l'autre. On obtiendra ainsi 3 interruptions pour chaque système, correspondant à des temps intermédiaires ; à une interruption d'un côté succédant un contact de l'autre. On relie les pôles de chaque interrupteur à deux bobines de Ruhmkorff qui actionneront chacune un des tubes de Crookes ; celles-ci donneront autant de courants induits que d'interruptions dans l'inducteur et par là autant d'éclairs alternatifs dans chaque tube.

D'autre part M. Guilloz emploie, pour l'examen des images sur l'écran, un tube cylindrique percé de six orifices, placés en deux séries, de trois chacune, sur une même section droite du cylindre, et en trois points équidistants sur la circonférence du cylindre, de façon à déterminer un triangle équilatéral inscrit dans chaque circonférence. Ces deux séries sont situées à une distance qui, comptée suivant la hauteur du cylindre, correspond à l'écartement moyen

des deux yeux ; enfin les trois extrémités des deux triangles ainsi figurés sont situées sur six génératrices de la surface du cylindre également espacées. Les trois orifices, ainsi placés, permettront aux rayons visuels de chaque œil de passer par les orifices dans trois positions différentes du cylindre animé d'un mouvement de rotation autour de son axe : c'est lorsque l'axe de l'œil et celui passant par deux orifices seront sur une même droite. Si on monte ce cylindre sur l'axe prolongé de la dynamo qui commande les interrupteurs, on pourra produire pour chaque œil, et pour une révolution du cylindre, trois alternatives de vision qui correspondront à trois alternatives d'éclairement pour chaque tube. Ainsi sera réalisé le synchronisme de la production des images, et leur vision par l'œil correspondant.

MM. Roulliès et Lacroix présentent leur appareil comme donnant une sensation de relief très nette ; ainsi, disent-ils, si l'on se sert, comme objet témoin, d'une caisse de bois de 10 à 20 centimètres d'épaisseur, remplie de sciure, au milieu de laquelle on a placé un fil métallique enroulé en spirale grossière, on se rend nettement compte, sur l'écran radioscopique, des divers tours de spirale, et des parties métalliques qui sont dans un plan antérieur ou dans un plan en arrière.

Nous ne doutons pas que les résultats obtenus soient encore meilleurs avec les procédés de MM. Destot et Guilloz, dont la mécanique plus perfectionnée permet un mouvement plus uniforme du système et des interruptions en plus grand nombre. On pourra ainsi repérer des objets à l'intérieur du corps et se rendre nettement compte de leur distance à la peau.

2° Radiographie stéréoscopique.

La stéréoscopie fut tout d'abord appliquée à la radiographie. Nous rappellerons les indications que MM. Imbert et Bertin Sans ont données dès l'année 1896 :

« La partie du corps à radiographier est posée sur une large lame métallique qui recouvre la plaque sensible et qui est percée d'une large ouverture, en face de laquelle on amène la région où se trouve le corps étranger et à travers laquelle la moitié sous-jacente de la plaque sensible pourra être impressionnée. Lame et plaque sont d'ailleurs inclinées d'un certain angle par rapport à la direction moyenne des rayons X. Après un temps de pose suffisant, on fait glisser la plaque sensible, de manière à amener sous l'ouverture de la lame métallique la moitié non impressionnée encore, on fait basculer la lame et la plaque de manière à leur donner une inclinaison égale à celle de la première partie de l'expérience, mais en sens inverse, et l'on actionne le tube pendant un temps égal au premier. Il suffit, dès lors, de préparer un positif sur papier du cliché ainsi obtenu et d'examiner ce positif au stéréoscope, pour pouvoir apprécier exactement la position et la direction du corps étranger. »

M. Marie, chargé de cours, et M. Ribaut, chef de travaux de physique à la Faculté de Toulouse, se sont efforcés de réaliser, en même temps qu'un moyen avantageux d'examiner les radiographies, un procédé rigoureux pour reconnaître la position des corps étrangers. Ils appliquent les règles générales de la *stéréoscopie de précision* établies

par M. Cazes, de façon à recosntituer un objet virtuel en tout semblable à l'objet réel.

Nous allons donner un court aperçu :

1° Des conditions relatives à l'obtention des épreuves ;

2° Des conditions relatives à l'examen des épreuves au stéréoscope ;

3° Du matériel employé.

1° Pour obtenir les deux images symétriques, on peut déplacer le tube parallèlement au plan de la plaque, ou, laissant celui-ci immobile, déplacer l'objet en sens inverse.

Dans les deux cas on obtient un déplacement relatif du tube et de l'objet auquel on doit attribuer une valeur limitée par les considérations physiologiques suivantes :

« Dans la vision binoculaire d'un objet réel, l'angle de convergence des yeux, et l'accommodation varient simultanément, quand on passe d'un plan de front de l'objet à un autre. Au contraire, dans la vision stéréoscopique, l'accommodation reste constante, puisqu'elle correspond à des images planes, tandis que l'angle de convergence varie en passant d'un plan de l'objet reconstitué à un autre plan. Ce défaut de concordance ne peut être toléré que jusqu'à une certaine limite de variation de cet angle, variation qui dépend évidemment de l'épaisseur et de la distance de l'objet reconstitué. Mais ces deux dernières valeurs dépendent elles-mêmes de la distance de l'objet réel aux points de vue, de son épaisseur et de la distance des points de vue. La distance et l'épaisseur pouvant être quelconques, il faut forcément imposer à l'écartement un maximum que la formule suivante permet de calculer : $\Delta = \frac{D(D+P}{50\,P}$ ».

C'est-à-dire que l'écartement entre les deux poses ne doit pas dépasser une valeur maxima (Δ) qui dépend de l'épaisseur de l'objet (P) et de la distance (D) à laquelle on a placé le tube producteur des rayons X.

Cette valeur maxima, si elle ne doit être dépassée, devra toujours être employée, car elle est la plus favorable pour produire les meilleures conditions de relief.

Ces relations établies, MM. Marie et Ribaut ont calculé les différentes valeurs à attribuer à Δ pour des valeurs variables de D et de P, en choisissant, pour ces valeurs, les nombres les plus usités dans la pratique courante de la technique radiographique, c'est-à-dire de 1 à 20 centimètres pour l'épaisseur des objets et de 10 à 50 centimètres pour la distance du tube à l'objet ; Et ils ont consigné ces résultats, que l'expérience vérifie d'ailleurs, dans une table à laquelle il suffit de se reporter pour savoir immédiatement quelle distance on doit donner aux tubes.

Pour faciliter encore l'examen au stéréoscope, on devra tendre à donner à cette distance une valeur égale à l'écartement des deux yeux (soit 6 centimètres 6), car, dans ce cas, l'objet virtuel se reconstitue à la distance à laquelle l'objet réel a été radiographié et, par conséquent, en grandeur naturelle.

L'épaisseur de l'objet étant fixe, il faudra donner à la distance du tube à l'objet une certaine valeur, déterminée par la même formule en remplaçant Δ par 6,6, et indiquée dans une seconde table. Toutefois, on ne pourra procéder suivant cette seconde manière, plus favorable, que si l'objet ne présente qu'une faible épaisseur; car la dis-

tance à donner au tube serait plus grande que les conditions pratiques ne le permettent.

Pour se rapprocher de la reconstitution grandeur naturelle, on choisit la plus grande distance que l'on puisse pratiquement employer, et l'on cherchera dans la première table l'écartement qui lui correspond.

2° Les conditions d'examen nécessaires pour donner un relief exact sont les suivantes :

a) Chaque œil doit regarder individuellement l'épreuve qui lui correspond.

Il faut ici éviter l'erreur qni peut se produire dans la reproduction des photographies en positif sur papier. Il se produit en effet une transposition des deux images qui tournent individuellement de 180 degrés en même temps que les bords intérieurs deviennent extérieurs. L'examen des images dans ces conditions donneraient lieu à des erreurs d'appréciation possibles en radiographie, tandis qu'en stéréoscopie ordinaire, l'aspect fantastique obtenu avertit de suite de la transposition.

On évitera tout inconvénient en reproduisant en positif sur verre les images négatives vues par la face gélatine.

b) Il faut que l'objet et son image soient vus sous le même angle.

Le calcul donne les distances d'examen de la plaque pour que cette condition soit réalisée. Si le stéréoscope ne nécessite pas un rapetissement des épreuves, on prend la même distance que celle des tubes à la plaque.

c) La distance des points principaux doit être égale à celle des yeux, et le pied de la perpendiculaire abaissée de l'œil sur le plan des images doit coïncider avec le point principal.

Il faudra donc repérer exactement sur les épreuves la position du point principal ; on s'arrange généralement de façon à faire tomber chacun d'eux en un point symétrique par rapport au centre de la plaque, à la distance $\frac{\Delta}{2}$ et sur un des axes de la plaque.

Dans certains cas on devra examiner les épreuves rapetissées.

d) Les lignes d'horizon principales des deux épreuves doivent coïncider. Cette ligne étant parallèle à celle du déplacement, il sera facile de la connaître si celui-ci a été effectué parallèlement à un des bords de l'épreuve. Elle passe par les deux points principaux.

3° Le matériel se compose d'un appareil servant à faire les deux radiographies : c'est une table horizontale percée d'une ouverture, destinée à recevoir des plaques photographiques de dimensions variables et permettant de les orienter exactement par rapport aux tubes et au sujet. La table porte en outre un support muni de tiges portant une autre tige horizontale graduée avec curseurs, destinée à porter les tubes et à mesurer leurs distances ; le système entier permettant d'abaisser ou d'élever les tubes et de les orienter en longueur et en largeur.

Pour faire une opération, on fixe l'objet au-dessus de la plaque ; on place au-dessus le tube à une distance convenable et de façon que la perpendiculaire abaissée du point d'émission tombe au point de repère choisi pour être le point principal ; on mesure l'épaisseur de l'objet. On actionne le tube, on remplace la première plaque ; on déplace le tube de la longueur déterminée par les tables, et l'on exécute la seconde épreuve sans avoir imprimé aucun mouvement au sujet.

Il faut en outre un stéréoscope pour examiner les épreuves obtenues.

MM. Marie, Ribaut et Chabaud s'accordent pour attribuer la préférence au stéréoscope de M. Cazes.

Dans le cas où les photographies sont trop grandes pour être adaptées au stéréoscope, il faut, par la photographie ordinaire, réduire le format à un autre convenable. Mais alors, pour que cette nouvelle perspective soit vue sous le même angle que la précédente, il faudra régler la distance à laquelle elle devra être examinée, suivant la formule : $D' = D + P\,\frac{l'}{l}$ dans laquelle $\frac{l'}{l}$ représente le rapport qui existe entre les dimensions de l'image rapetissée et celles de l'image grandeur naturelle.

La méthode de stéréoscopie radiographique a surtout été utilisée pour les études d'anatomie topographique. Nous rappelons que MM. Guilloz et Jacques furent des premiers à appliquer la radiographie à ces études (1) : nous extrayons un exemple où ces auteurs ont utilisé la stéréoscopie combinée à la radiographie pour l'étude des cavités du labyrinthe de l'oreille (2).

« Pour étudier plus précisément la situation des cavités labyrinthiques incluses dans la masse de leur gangue pétreuse, il est bon de les injecter d'une masse métallique et d'en effectuer des épreuves stéréoscopiques. C'est ce que nous avons fait dans les figures que nous présentons. Leur examen au stéréoscope dit plus que toute description. L'une montre le système canaliculaire de l'oreille interne

(1) *Congrès de photographie de Bar-le-Duc* (octobre 1896) et *Société de Médecine de Nancy.* (Séance du 25 novembre 1896.)

(2) *Extrait des Bulletins et Mémoires de la Société française d'otologie, de laryngologie et de rhinologie.* (Congrès de 1898.)

de la face, tel qu'il est figuré dans la plupart des ouvrages classiques d'anatomie ; l'autre a été obtenue en soumettant aux rayons X le temporal reposant sur sa face externe.

La dimension des temporaux a permis d'utiliser les plaques 9/18 qui servent habituellement pour clichés stéréoscopiques.

« Il a suffi d'obtenir successivement deux images analogues à celles formées simultanément sur les deux moitiés d'un cliché par un appareil de photographie stéréoscopique. Le dispositif employé pour réaliser ces images est le suivant :

« Le centre de la plaque est placé à une distance de 22 centimètres de l'anticathode, un écran de plomb protège une moitié de la plaque, et le temporal est disposé sur l'autre moitié. On obtient une première impression du temporal, puis on recouvre de l'écran protecteur la moitié impressionnée de la plaque. Le temporal est ensuite placé sur la moitié vierge dans une position exactement symétrique à la première et à 6 cent. 6 de distance entre chaque point homologue dans les deux positions. On obtient alors la seconde image.

« Les ampoules employés ont été les divers tubes à vide marchant sur bobine et de préférence, comme donnant une différenciation meilleure, les tubes focus allumés par une machine statique. Nous avons employé une machine statique avec condensateurs et utilisé le dispositif que l'un de nous a le premier imaginé et que M. Londe a décrit dans son traité de technique radiographique. »

Nous donnerons aussi un exemple destiné à montrer la façon de procéder qu'emploient MM. Marie et Ribaut, de Toulouse, en appliquant les règles de la stéréoscopie de précision.

Main droite. « Nous désirons pour cet objet une reconstitution grandeur naturelle. Il faudra un écartement égal à celui des yeux, 6 cent. 6 en moyenne. Mesurons d'abord son épaisseur maxima, soit 3 cent. 6, et cherchons dans la table II, à quelle distance nous devons placer le tube pour que l'écartement 6 cent. 6 soit un écartement maximum. Nous trouvons 32 cent. 7. Nous plaçons notre main bien au centre d'une plaque, nous installons le tube à la distance trouvée, et de telle façon que la projection du miroir positif sur la plaque tombe sur le petit axe, et à une distance $\frac{\Delta}{2} =$ 3 cent. 3, à droite du centre. Nous faisons l'épreuve n° 1 dans ces conditions. L'objet est remis sur une deuxième plaque dans une position identique par rapport aux bords, en prenant soin d'éviter toute déformation. Nous déplaçons cette plaque parallèlement à son petit axe, et de telle façon que la projection du miroir positif du tube tombe de l'autre côté du centre. C'est l'épreuve n° 2.

Il s'agit maintenant d'examiner ces épreuves. Supposons tout d'abord que nous nous servions d'un positif sur verre vu par la face verre. Ce sera la main droite, c'est-à-dire celle qui a été radiographiée que nous verrons. Les bords en contact seront le bord gauche de l'épreuve n° 1 et le bord droit de l'épreuve n° 2. Si nous faisons un positif sur papier, nous verrons un objet symétrique, c'est-à-dire une main gauche. Les rapports des bords sont changés ; les

bords intérieurs sont le bord droit de l'épreuve n° 1 et le bord gauche de l'épreuve n° 2.

Nous inscrivons sur chaque épreuve :

1° l'écartement employé ;

2° la distance du tube à la plaque ;

3° Quels sont les bords intérieurs et extérieurs.

Supposons maintenant que nous ayons à notre disposition un stéréoscope permettant l'examen direct d'un 13/18. On met ces épreuves à leur place, symétriquement par rapport au milieu de l'appareil et à la distance voulue ; puis on amène, par un réglage convenable, les points principaux à être distants de 6 c. 6. Dans le cas où l'on se sert du stéréoscope de M. Cazes, auquel nous donnons la préférence, la formule suivante : $\frac{\alpha + \Delta - \delta}{2}$ donne directement la distance qu'il doit y avoir entre les miroirs mobiles et les miroirs fixes pour que les points principaux soient à leur place dans l'image virtuelle. Comme précédemment, α désigne la distance du bord d'une épreuve au bord correspondant de l'autre épreuve. Dans notre exemple, si l'on suppose $\alpha = 24$ centimètres, on a : $\frac{24 + 6{,}6 - 6{,}6}{2} = 12$ centimètres pour cette distance. La distance des épreuves aux yeux doit être P + D moins l'écartement des miroirs

$$36{,}3 - 12 = 24 \text{ centimètres } 3.$$

Si l'appareil ne nous permet pas de regarder un 13/18, il faut, par la photographie ordinaire, réduire le format à un autre convenable, soit 18 réduit à 9.

Pour que cette nouvelle perspective soit vue sous le même angle que la précédente, il faut qu'elle soit placée à 18 centim. 1 d'après la formule $D' = (D + P)\frac{1'}{1}$. Mais l'objet se reconstituant à 32 centimètres 7, il faudra corri-

ger l'accommodation par une lentille convexe (*Archives d'électricité médicale*, 1897).

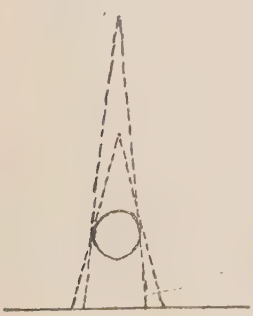
On procédera suivant les mêmes règles, lorsque l'on voudra obtenir un couple stéréoscopique destiné à indiquer la position d'un corps étranger.

II. — MÉTHODE GÉOMÉTRIQUE

Les procédés géométriques ont pour but de déterminer la situation des corps étrangers, non plus en s'en rapportant à l'appréciation des yeux, mais par la mensuration et le calcul. Ils étudient aussi et l'image radiographique, et l'ombre radioscopique, produites par la projection des corps étrangers sur une plaque photographique, ou sur un écran fluorescent.

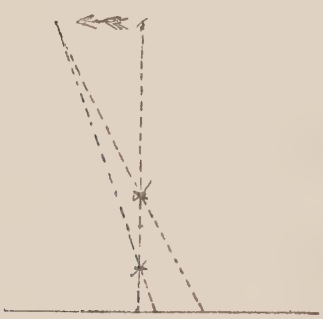
Procédés élémentaires. — Avant d'avoir recours aux procédés géométriques compliqués, on peut déjà acquérir quelques renseignements certains sur la position du corps et sur ses dimensions par l'emploi de moyens sommaires.

En considérant la projection conique fournie par un corps opaque sur un plan (figure 2), on se rend compte que les dimensions de l'ombre sont proportionnelles à celles des corps, et qu'elles sont susceptibles de varier suivant la distance de l'objet à la plaque, et suivant la distance du point d'émission des rayons X. à l'objet. Si on fait varier ce dernier facteur, en rapprochant le tube de la plaque, l'ombre apparaîtra d'autant plus grande que le corps étranger

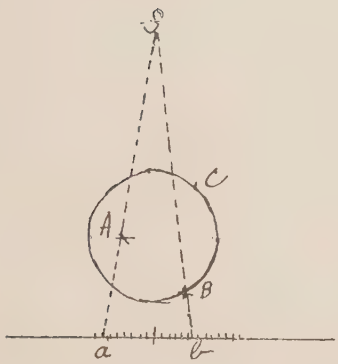


est plus près de la source et s'accroîtra très peu lorsque l'objet est proche de l'écran. On aura donc une première indication pour savoir si le corps est superficiel ou profond. Si on connaît par exemple le calibre d'une aiguille brisée et restée dans les tissus, on peut apprécier, par les dimensions de l'ombre, sa plus ou moins grande profondeur.

On peut préciser davantage, en se basant sur la méthode dite parallactique. On fixe sur l'écran un point de repère métallique ; si l'on déplace latéralement le tube devant le sujet, ce point en contact avec l'écran donne une ombre fixe : tandis que l'ombre d'un corps situé en avant de l'écran se déplacera (figure 3). Le déplacement dépend du déplacement du tube ; mais il sera d'autant plus grand que le corps étranger sera plus loin de l'écran. On pourra porter sur l'écran une graduation pour mesurer ce déplacement.



On peut, du reste, déplacer le corps au lieu de déplacer le tube. C'est ainsi que, pour le bras, par exemple, on pourra se rendre compte si le corps étranger siège plus près de la face antérieure ou de la face postérieure. Représentons le contour de cette région avec le corps étranger situé en un point A, et soit S la source lumineuse. Le corps donnera



(figure 4) sa projection obscure en *a* sur l'écran gradué, un corps métallique placé en B à la surface de la région la donnera en *b*. En déplaçant le bras, le déplacement parallactique de *a* sera plus grand que celui de *b*. Si on a mis le corps métallique en C, on observe une amplitude de déplacement beaucoup plus grande, et l'on peut conclure que le corps étranger est beaucoup plus rapproché. Il existe un point intermédiaire dont le déplacement de l'ombre sera égal à celui de *a*; ce point et le point A seront situés à peu près à égale distance de S.

D'autre part, on a cherché à suppléer à l'insuffisance d'une seule radiographie, en prenant deux épreuves photographiques pour deux positions différentes de l'objet tourné à 90 degrés, en s'efforçant de placer le point d'émission des rayons X et le corps étranger sur une perpendiculaire à la plaque dans les deux positions. L'on obtiendra ainsi la projection du corps sur un plan horizontal et sur un plan vertical. On mesure la distance qui sépare cette projection du bord correspondant de chaque figure obtenue, la réunion de ces deux bords représentant la ligne de terre des deux plans de projection envisagés : les dimensions obtenues permettront de définir la position du corps dans l'espace, en élevant aux points de la région correspondant aux points de projection des plans, deux perpendiculaires de longueur égales à celles mesurées sur ces deux plans.

Tels sont les anciens procédés principalement usités ; ils ont rendu et rendent encore d'importants services, surtout le dernier. A ce sujet, M. le professeur Gross faisait observer à la Société de médecine (séance du 24 mai), qu'il y avait lieu d'établir une distinction entre les corps étrangers des membres et ceux du tronc et de la tête ; les indications fournies par les procédés simples pouvant suffire la plupart du temps dans le premier cas, et dispensant des opérations plus compliquées que nécessitent les procédés géométriques que nous allons bientôt décrire. Il rapportait, entre autres, l'exemple d'un malade qu'il a opéré d'après les indications fournies par M. Guilloz, celui-ci ayant eu recours au dernier procédé décrit qui consiste à prendre deux radiographies dans deux plans différents. Le malade avait reçu une balle à la partie inférieure du fémur qui était considérablement augmentée de volume et complètement déformée par l'hypergénèse du tissu osseux, augmenté d'un tiers sous l'influence de l'irritation inflammatoire. Grâce aux données fournies par cette radiographie double, il a pu tracer une incision qui lui permit, dès les premiers coups de gouge, de tomber directement sur la balle.

Cependant, il faut bien le dire, fréquents sont encore les cas où le chirurgien atteint difficilement son but, même en ayant une radiographie sous les yeux, lorsque le corps étranger, de minimes dimensions, demande une recherche minutieuse. Il sera d'ailleurs possible au chirurgien de choisir, parmi les procédés plus ou moins complexes appartenant soit à la méthode stéréoscopique, soit à la méthode géométrique celui qui, tout en étant le plus simple, pourra lui donner des renseignements suffisants pour chaque cas particulier.

M. Boucheron, en présentant à la Société d'ophtalmologie

des radiographies faites par M. Radiguet pour des corps étrangers intraorbitaires ayant perforé l'œil, recommande également d'employer une technique semblable à celle déjà décrite, pour établir le diagnostic topographique des corps étrangers de l'œil et de l'orbite. Car l'on sait maintenant que les rayons X peuvent traverser les milieux oculaires, et être utilisés en ophtalmologie (1). Il convient de prendre, dit-il, deux radiographies dans le plan sagittal et dans le plan transversal. L'ampoule est placée à 60 centimètres de la tête, la plaque sensible est placée verticalement près de la tête, d'abord de profil, puis de face. La localisation sera faite plus facilement, si l'on prend soin de placer des grains de plomb, pour servir de points de repère, à la surface de la région.

Il est évident que, dans ce cas, les procédés géométriques rigoureux seront encore employés plus avantageusement. Cependant, sur une observation faite par M. le

(1) M. Rochas ayant étudié l'action des rayons X sur l'œil, avait tout d'abord conclu qu'ils étaient absorbés par les milieux oculaires, et ne parvenaient point à la rétine ; l'on expliquait ainsi que les rayons ne donnaient pas de sensation lumineuse ; le docteur Brandes de Halle prétendit même avoir trouvé une jeune fille dont l'œil, privé de son cristallin était sensible aux rayons Rœntgen. Mais dès mars 1896 déjà, Van Duyse présentait à la Société de médecine de Gand des radiographies de corps étrangers de l'œil. M. Guilloz présenta à la Société de médecine de Nancy (séance du 25 novembre 1896), des radiographies montrant que l'œil sans cristallin, et le cristallin comme l'œil, sont susceptibles d'être traversés par les rayons X ; il s'était assuré en outre que des malades opérés de la cataracte exposés aux seuls rayons X, ne percevaient aucune lueur. Il en concluait à l'invisibilité des rayons X ; et il ajoutait, en réponse à Edison, que, s'ils avaient été visibles, ils n'auraient pu être que de peu d'utilité aux aveugles à rétine sensible, vu la petitesse du champ visuel ; ce champ serait en effet rempli par l'image d'une seule phalange d'un doigt placé à quelques centimètres de l'œil. Depuis Rœntgen a montré qu'ils étaient visibles, et apparaissaient comme une très faible lueur, quand on employait des tubes durs. M. le professeur Charpentier et M. Guilloz employèrent tout d'abord des tubes très durs, sans pouvoir constater cette visibilité : cependant ils sont arrivés à reconnaître à leur tour qu'elle était réelle dans certaines conditions, en employant des tubes plutôt mous ; cette distinction entre tubes mous et tubes durs n'a d'ailleurs rien d'absolu.

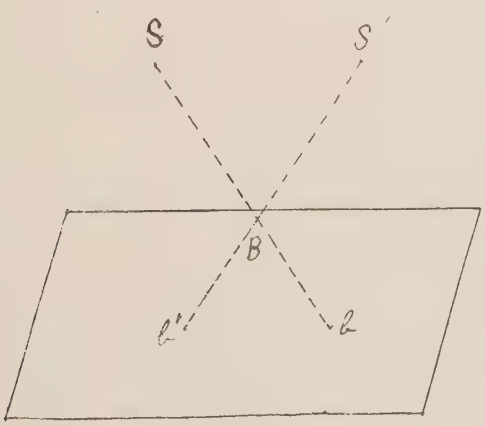
professeur Rohmer, à la Séance de la Société de médecine du 24 mars, M. Guilloz a fait les réserves suivantes : c'est que les corps étrangers intra-oculaires peuvent n'être pas fixes, mais capables de se déplacer dans l'humeur vitrée ; et d'autre part le globe de l'œil lui-même est susceptible de se déplacer. « Le siège du corps étranger supposé fixé apparaîtra en effet variable avec la direction du regard, toutes les fois que le corps étranger n'occupera pas le centre de rotation du globe. Il est donc indispensable d'assurer l'invariabilité de cette direction du regard pour obtenir par la radiographie des renseignements exacts (1). La fixité des corps étrangers, beaucoup plus grande dans les autres régions, y permet des déterminations généralement précises ; mais quelle que soit la région, il est évident que les indications fournies par les procédés radiographiques ou fluoroscopiques ne sont plus valables si, pour une raison quelconque, le corps étranger se déplace entre le moment de la détermination topographique et celui où le chirurgien intervient. Le fait s'est présenté à l'observation de l'auteur quelques mois après la découverte de Rœntgen. Il s'agissait d'un patient qui avait reçu dans la poitrine une balle dont M. Guilloz précisa le siège à l'aide d'une double épreuve radiographique. Cette balle, logée dans la plèvre tomba dans la cavité pleurale au moment de l'opération pratiquée par M. Rohmer, et ne se trouva plus à l'endroit où on la recherchait. Des secousses imprimées au patient en maintenant l'ouverture chirurgicale en position déclive, amenèrent néanmoins l'issue de la balle par cette ouverture. »

(1) M. Guilloz nous a montré depuis trois clichés : dans l'un, obtenu sans demander au sujet l'immobilité du regard, on n'obtenait pas l'image du corps étranger ayant pénétré dans l'œil ; tandis que cette image apparaît très distinctement sur les deux autres clichés, pour lesquels la direction du regard aurait été fixe, pendant la prise de la radiographie.

Les procédés radioscopiques simples pourront donc nous donner les premières indications ; et le procédé radiographique décrit, malgré son peu de rigueur, pourra rendre des services, comme dans les cas que nous avons cités pour exemples. Mais, dans le second cas envisagé par M. le professeur Gross, lorsque le corps étranger est situé profondément dans l'abdomen, dans le thorax, et surtout le crâne, il sera nécessaire de recourir à l'un des procédés rigoureux que nous allons passer en revue, en exposant tout d'abord leur principe fondamental.

Principes des procédés de détermination exacte. — Les différents procédés de ce groupe radioscopiques ou radiographiques, consistent à prendre sur un plan deux projections coniques du corps étranger, soit en déplaçant le tube, soit en déplaçant le sujet.

Soit P le plan de projection, S et S' deux sources de rayons X, et B un corps opaque aux rayons X, que, pour plus de simplicité, nous supposerons réduit à un point (figure 5). On aura en *b* et *b'* deux images de B qui seront les projections de ce point par rapport aux points de vue S et S'. Connaissant les positions des points S et S', il suffit de joindre S*b* et S'*b'* pour déterminer le point B qui se trouve à leur intersection.



Le point B, étant ainsi déterminé dans l'espace d'une manière absolue, il convient de déterminer en outre sa position relative par rapport à certains repères (points ou lignes) pris à la surface de la région intéressée. On déterminera la situation du point B par rapport à ces repères, avec les distances qui l'en séparent ; et ceux-ci serviront au chirurgien pour se guider dans la direction du corps étranger.

Dans la description des procédés, nous examinerons le dispositif, puis la détermination.

1° Procédés radiographiques.

C'est à MM. Remy et Contremoulins que revient le mérite d'avoir songé, les premiers, à employer un procédé géométrique précis, qui permette d'éviter les erreurs commises auparavant.

Procédé de MM. Remy et Contremoulins.

Il consiste à faire deux radiographies successives sur deux plaques différentes occupant la même situation, et avec deux positions différentes du tube.

En outre, la position du corps étranger est déterminée par rapport à trois points de repère.

Le dispositif pour prendre les images radiographiques comprend un bâti de bois, portant, d'un côté, un châssis photographique spécial, et de l'autre deux tubes de Crookes

orientables à volonté. Ce bâti est fixé au crâne d'une manière immuable par un moulage en plâtre. Il porte, en outre, un ensemble de tiges formant ce que les auteurs appellent un *compas-repère*, servant à appliquer trois petits disques métalliques en trois points marqués sur la face du sujet. On prend alors le premier cliché, en actionnant l'un des tubes ; puis un second avec l'autre tube, en replaçant exactement la seconde plaque dans la même situation que la première. Ensuite, l'appareil plâtré étant enlevé, on place, entre les tubes et le châssis, une lame de cuivre percée de quatre trous, et on radiographie deux fois cette lame sur plaque photographique avec les deux tubes, pour nous permettre de relever ultérieurement le point d'émission des rayons X.

Ces opérations étant effectuées, et les photographies obtenues sur papier, on reporte successivement les épreuves sur une plaque de zinc, en les mettant toujours exactement dans la même position, et avec un pointeau, on marque sur cette plaque les centres des images obtenues par les projections doubles du corps étranger, et par les trous percés dans la plaque de cuivre. On perfore la plaque de zinc en ces points ; on passe des fils dans les trous, et l'on reporte enfin la plaque à la place du châssis photographique. On commence par déterminer le centre d'émission des rayons X, en faisant passer dans les trous de la lame de cuivre les fils correspondants fixés à la lame de zinc. Les fils tendus viendront se réunir en un point, qui indique, pour chaque tube, la position du foyer, que l'on remarque en y plaçant un œilleton. Enfin, il ne reste plus qu'à tendre au centre de chaque œilleton les fils passant par le milieu des deux images du corps étranger ; et les

fils croisés donneront, en leur point d'intersection, la position du centre de ce corps, qui est ainsi déterminée dans l'espace, d'une manière absolue.

Pour obtenir sa position relative, on replace le compas repère dans sa situation primitive ; on compare les distances des trois extrémités avec le point déterminé. Les résultats sont reportés sur un *compas schéma*, composé de quatre tiges verticales, fixées sur une plate-forme, et que l'on règle en position et en hauteur, pour que l'extrémité de trois d'entre elles représentent les trois points de repère, et la quatrième la position du corps étranger. Enfin, un *compas d'opération*, composé également de quatre branches, est réglé sur le précédent : trois des branches seront appliquées sur le crâne sur les trois points de repère marqués au début, et la quatrième branche, à laquelle on a donné une direction et une courbure convenables pour pénétrer par la voie choisie du chirurgien, conduira directement sur la balle qu'elle viendra toucher par son extrémité.

Le procédé a été soumis à des expériences sur le cadavre, devant le Congrès de chirurgie, pour des sièges différents occupés par le projectile, pour des projectiles de tailles très diverses, et pour des esquilles osseuses.

Il a été employé avec succès dans la clinique de M. le professeur Le Dentu (1), pour un malade qui s'était tiré un coup de revolver dans la région temporale droite, et qui n'avait tout d'abord subi qu'une opération de désinfection comme on le fait habituellement. M. Le Dentu eut alors recours à l'appareil de M. Contremoulins, dont les indications lui permirent d'aller à la recherche de la balle par la trépanation ; le pro-

(1) Académie de médecine (Séance du 23 novembre 1897).

jectile fut trouvé exactement à l'endroit indiqué, à un centimètre de profondeur dans la substance cérébrale.

Les résultats obtenus par l'emploi de cet appareil ont modifié profondément l'opinion que M. Le Dentu professait antérieurement ; il considérait comme irrationnel et dangereux de rechercher les projectiles dans le crâne en raison des difficultés de la détermination du siège précis du projectile, des signes souvent trompeurs tirés des localisations cérébrales, des causes d'erreur dues à la réflexion des balles à la surface du cerveau ; et il se contentait de désinfecter largement la plaie superficielle. Mais, puisque l'on dispose d'un moyen de diagnostic précis, on sera autorisé à tenter l'extraction des projectiles logés dans l'encéphale ; il est évident que ces tentatives ne seront légitimes que dans certaines conditions qu'il s'agira de déterminer, sans qu'on puisse fixer d'ores et déjà les limites de l'intervention. C'est déjà beaucoup que le diagnostic du siège des projectiles soit devenu possible, et que l'action chirurgicale puisse quelquefois trouver l'occasion de s'exercer utilement.

Procédé du Dr Mergier.

Le dispositif destiné à donner les deux projections coniques est plus simple que le précédent. Une boîte plate est destinée à recevoir successivement les deux plaques photographiques. Sur le milieu de la face supérieure, deux fils métalliques sont croisés à angle droit (Fig. 6) : ils porteront ombre sur la plaque, et ils imprimeront, à la surface de la région du sujet qui reposera sur eux, une trace que l'on aura soin de fixer. Ils placent les deux tubes sur une ligne parallèle à l'un des fils croisés sur la plaque ; et l'on mesure les distances qui séparent

les deux anticathodes, ainsi que la distance des tubes à la plaque. Enfin on détermine, sur la face supérieure de la région du sujet les points où viennent aboutir les deux verticales abaissées des anticathodes. On fait agir les tubes successivement, en changeant les plaques, le sujet devant rester immobile.

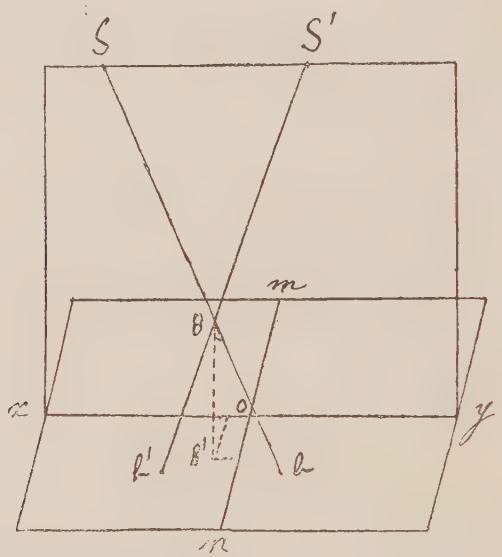


Fig. 6.

Les deux projections obtenues du corps étranger, ainsi que les fils croisés, sont reportés sur une même feuille qui permet de déterminer la position du corps étranger avec le compas entométrique de l'auteur. Ce sont deux tiges rigides qui peuvent s'allonger à volonté en glissant l'une dans l'autre et qui seront fixées par leurs extrémités en deux points situés exactement, quant à la position et quant aux distances, comme l'étaient les deux anticathodes elles-mêmes, par rapport aux deux fils croisés ; c'est-à-dire que S S' sera parallèle à *x y*, égale à

l'écartement des tubes, et également distante de la plaque que l'étaient les tubes. Il suffit alors de joindre les extrémités des branches du compas en *b* et *b*' pour avoir à leur intersection la position du corps étranger.

Si du point B on abaisse une perpendiculaire sur le plan de projection, on voit de suite que le point B se trouve déterminé par rapport à trois plans de projection ; dont deux, l'un horizontal et l'autre vertical, passent chacun par les droites *x y* et *m n*, tracées sur la peau du malade. Le troisième plan perpendiculaire aux deux premiers, avec les lignes *x y* et *m n* comme intersections, est le plan de la plaque sensible au moment des radiographies. La projection du corps sur lui donne la distance en profondeur.

Ce procédé a été utilisé avec succès par Péan (1), pour deux blessés qui avaient tenté de se suicider en se tirant un coup de revolver dans la tête. Chez l'un, le projectile s'était logé dans le rocher, sous la dure-mère à une profondeur de 6 centimètres ; et chez l'autre au niveau de la selle turcique à une profondeur de 7 centimères. Chez l'un et l'autre, des explorations avaient été pratiquées pour retrouver la balle aussitôt après la tentative de suicide, mais elles n'avaient donné aucun résultat. Les malades furent pris bientôt après d'accidents douloureux et graves, paralysie faciale, suppuration du conduit auditif, qui les déterminèrent à demander l'ablation des projectiles qu'ils portaient ; grâce aux indications fournies par le procédé de M. Mergier, les recherches furent possibles, faciles même.

De ces deux exemples, Péan conclut que si le procédé de M. Contremoulins est parfait comme exactitude, celui de M. Mergier peut rendre les plus grands services, car il présente une exactitude suffisante, il est d'une application simple et facile, il ne nécessite qu'un dispositif très peu coûteux.

(1) Académie de médecine (Séance du 7 décembre 1897).

Grâce à la radiographie, ajoute M. Péan, la chirurgie crânio-cérébrale a fait de tels progrès qu'elle s'est pour ainsi dire transformée. L'accès de cet organe si peu maniable, si fragile qu'est le cerveau, il y a peu de temps encore si redouté, devient maintenant possible, je dirai même obligatoire, tant la nouvelle découverte a apporté de précision et de sûreté dans les diagnostics.

Procédé de MM. Mackensie, Davidson et Hedley (d'Edimbourg).

Ce procédé est très analogue au précédent.

Les auteurs emploient une seule plaque qui porte également en son milieu deux fils croisés à angle droit. La partie à radiographier est disposée au-dessus, et l'on marque la trace des fils. Les tubes peuvent se déplacer sur une barre horizontale graduée en millimètres avec le zéro au milieu. On dispose les plaques de façon que la perpendiculaire abaissée du 0, tombe sur la plaque au point de croisement, et de façon que la ligne de déplacement des tubes soit parallèle à l'un de ces fils. Cette barre est supportée par deux tiges qui permettent de déterminer la distance de la plaque aux tubes. On fait alors deux poses, en déplaçant le tube sur cette barre d'une distance égale, à compter du 0 ; ou mieux en actionnant à la fois deux tubes placés à de semblables distances.

Le cliché fixé est porté de suite sur un pupitre horizontal, éclairé par en bas par un réflecteur approprié ; et on l'ajuste de façon qu'une perpendiculaire tirée à partir d'une entaille dans un plateau horizontal supérieur tombe sur le

point où les ombres des fils se croisent, ce plateau étant d'ailleurs placé à la hauteur des tubes au-dessus de la plaque. On détermine la situation relative des deux anticathodes par la distance à ce premier point. De ces points on conduit deux fils tendus par de petits poids que l'on place exactement sur l'ombre correspondante du corps étranger, les fils représentent exactement le trajet des rayons X, et leur point de rencontre donne la position du corps dans l'espace.

On mesure perpendiculairement sa distance au plan horizontal, qui donne la profondeur, et aux deux plans représentés par les deux fils croisés, dont la trace marquée sur le sujet servira de guide au chirurgien.

Procédé de M. Guilloz.

Ce procédé, que nous allons rapporter suivant la description qui en a été faite par l'auteur à la Société de médecine de Nancy, procède à la fois de la simplicité de celui de M. Mergier, et de la rigoureuse exactitude de celui de MM. Rémy et Contremoulins. Il présente en outre l'avantage de fournir le contrôle graphique de l'exactitude des opérations effectuées pour la détermination.

Le principe, toujours identique, consiste à obtenir sur la même plaque photographique, le sujet étant immobile, deux projections coniques du corps étranger et des points de repère, que l'on transforme en une projection orthogonale. On peut alors repérer la balle par exemple, par ses distances aux points de repère pris sur la surface ; on n'a

plus besoin, ainsi, de tenir compte de la position du sujet par rapport au plan de projection.

Il est préférable, dans certains cas, quand le plan de projection a pu être déterminé exactement à la surface du patient, de se servir encore de la position de ce plan pour donner les indications relatives à la recherche des corps étrangers.

« *Bonne détermination d'un plan de projection.* — Il y a des régions du corps, dos, poitrine, face, tempes, qui peuvent être considérées comme des surfaces réglées. On peut les reconnaître en remarquant que, sur une assez grande longueur, une règle droite appliquée sur ces régions en épouse la surface. La radiographie fournit encore cette démonstration en montrant qu'un fil de plomb collé sur ces régions à la surface de la peau, ne donne sur la plaque photographique qu'une image simple, bien qu'il y ait deux sources lumineuses. Ainsi, dans ces régions, la position d'un plan est définie par ce fait qu'il contiendra une droite tracée sur la surface. La position de ce plan sera non seulement théoriquement mais pratiquement bien définie dans les régions indiquées, à cause du peu de courbure de la surface. Si l'on donnait une inclinaison même faible au plan tangent, on déplacerait de beaucoup la ligne suivant laquelle il touche la surface. Les parties charnues molles, par leur déformation à la pression, pourront malaisément fournir de tels plans définis ; les parties où les os sont superficiels les déterminent très nettement, comme on peut s'en assurer par l'examen d'un crâne sec.

Bref, dans ces régions, quand on a tracé une droite à la surface du corps, on peut, avec la plus grande précision,

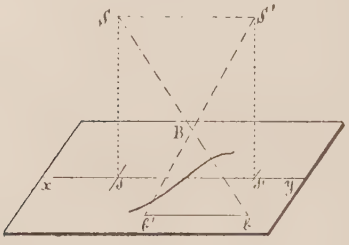
définir la position d'un plan par sa tangence suivant cette droite, et chaque fois qu'expérimentalement on remettra un plan tangent suivant la droite, il reprendra bien exactement la même position, une position un peu oblique se traduisant par une tangence en une région éloignée de la ligne qui a été tracée. Dès lors, ce plan à position qu'il est si facile en pratique de refaire exactement, sera un excellent plan de projection dans la détermination.

Dans les régions convexes, la position d'un plan de projection ne peut pas être pratiquement définie d'une façon exacte par sa tangence à la surface, car, quand on voudra replacer le plan dans la même situation, une légère erreur dans l'application du plan sur le point déterminé de la surface donnerait une position d'autant plus oblique par rapport à la première que la surface serait plus courbe, et la position d'un plan ainsi déterminé ne doit pas être considérée comme assez fixe pour qu'il puisse être employé comme plan de projection.

On choisira donc, pour repérer le plan, une région anssi plane et ferme que possible, à la surface de laquelle on collera un fil de plomb qui portera sur sa longueur un point de repère, soit un fil croisé perpendiculairement au premier.

Préparation de la plaque. — La plaque est, comme d'habitude, enveloppée de plusieurs couches de papier noir. A sa surface, on dispose un fil métallique fin, dont les extrémités se rejoignent en dessous de la plaque, et qui, tordu avec force, se tend sous la forme d'une ligne droite $x\,y$. (Figure 7).

Préparation des tubes. — On emploie deux tubes, qui sont montés de telle sorte, que la ligne qui joint les deux anticathodes S S' soit exactement horizontale, et on détermine cette distance une fois pour toutes. La plaque est déposée horizontalement au-dessous, de telle sorte que la projection de la ligne S S' vienne coïncider avec le fil métallique tendu en son milieu ; c'est-à-dire que la ligne $x\ y$ doit se trouver dans le plan vertical passant par les deux anticathodes.



Il faut alors déterminer sur $x\ y$ les projections des centres d'émission des rayons X. Pour cela, on emploie un double fil à plomb, suffisamment grand, que l'on place à cheval sur le tube de telle sorte que le plan vertical des deux fils coupe l'anticathode. Les points de rencontre des deux extrémités du fil à plomb avec la plaque déterminent une droite coupant la ligne $x\ y$ en un point qui est la projection de l'anticathode. On marque ce point par un fil de plomb fixé au premier fil $x\ y$. La même opération répétée pour chaque tube déterminera donc sur la ligne $x\ y$ les points s et s', projections des centres d'émission des rayons X, S et S'.

Si l'on ne dispose que d'un seul tube, on déplacera celui-ci suivant une ligne parallèle à $x\ y$ et située dans le même plan vertical. Le tube était monté, par exemple, sur le chariot d'un tour et déplacé d'une distance mesurée. On fait alors deux poses successives sans déplacer le sujet ni la plaque.

Opération. — Résultats. — On choisit une région bien plane à la surface du sujet, et on colle sur ce plan de projection un fil de plomb portant un repère ou deux fils en croix. Si l'on ne dispose pas d'une région permettant la fixation d'un bon plan de projection pour les opérations ultérieures, il suffit de prendre les deux projections biconiques sur un plan fixe, qui servira seulement provisoirement, pour la détermination de la distance du projectile à différents points de repère marqués sur la surface du corps, ce qui permettra de faire abstraction de la position du plan. On fait coucher le sujet sur la plaque horizontale, de façon que le fil fixé sur le plan choisi soit absolument en contact avec la plaque. On actionne les deux tubes pendant le temps nécessaire à la pose, puis on développe la plaque.

On obtient ainsi une épreuve double sur une même plaque. Le cliché est mauvais au point de vue photographique, puisque l'on a des images doubles ; mais ce n'est point un inconvénient dans le cas qui nous occupe ; il nous suffit de voir distinctement les deux ombres portées par la balle, si balle il y a.

L'épreuve donne les contrôles graphiques suivants :

1° Si la tangence du plan suivant la ligne tracée à la surface du corps du sujet est exacte, on n'a qu'une projection de cette ligne sur le cliché photographique ;

2° Les lignes joignant les centres des doubles images, sont parallèles à $x\ y$, si la plaque est bien horizontale, et si la ligne joignant les centres d'émission des rayons X a bien la ligne $x\ y$ pour projection ;

3° Le relevé des projections de l'anticathode sur le cliché donnera une distance égale à leur distance réelle S S' ;

4° Enfin nous verrons tout à l'heure une autre vérification

consistant en la détermination d'aprés ce cliché, de la distance des points de repère entre eux, distance qui est, d'autre part, directement mesurable.

Détermination par l'épure. — Nous relevons avec du papier à calquer les données du cliché : la ligne *x y* avec les points *s* et *s'*, et les centres des images doubles de la balle et des points de repère métalliques. Ces images sont les projections biconiques obtenues sur le plan horizontal avec deux points de vue différents, S et S', dont la hauteur a été mesurée ; nous allons les transformer en projections orthogonales par une construction géométrique représentée dans la figure 8. Elle consistent à effectuer le rabattement autour

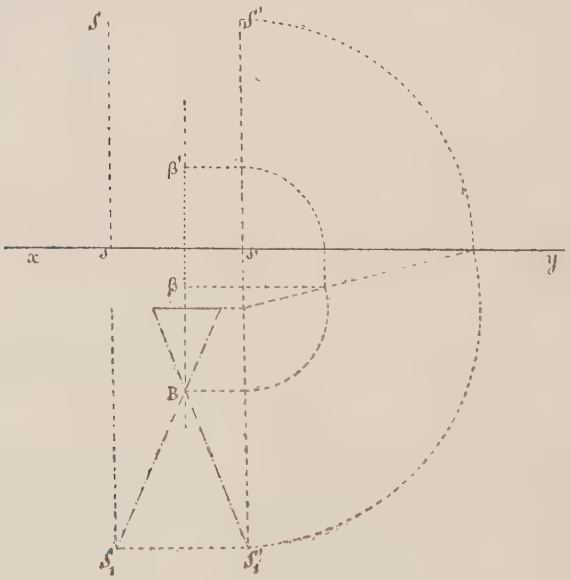


Fig. 8

de *b b'* du plan S S' *b b'* contenant le point B. Ce point, qui représente le centre de la balle, est déterminé par l'in-

tersection de deux lignes de l'espace unissant les points d'émission des rayons X, S et S', situés dans un plan vertical, aux points homologues *b* et *b'* représentant les projections de la balle sur le plan horizontal (voir fig. 7). Dans ce mouvement, les points S et S' perpendiculaires en *s* et *s'* sur *x y* dans le plan vertical, tomberont forcément sur des perdendiculaires en *s* et *s'* dans le plan horizontal, et à une distance du point *n* égale à la ligne de l'espace S' *n*. Cette ligne est l'hypothénuse d'un triangle rectangle en *s'*, que nous allons rabattre autour de *s' n*. Le point S' vient tomber au point *m* et nous obtenons la longueur *m n* égale à S' *n*, égale à *n* S'_1. Abaissons du point S'^1 une perpendiculaire sur la ligne S *s* prolongée parallèle à *s'* S'_1 et nous aurons en S'_1 et S_1 les points S et S' rabattus autour de la ligne *b b'* parallèle à *x y*. Joignons S_1 *b* et S'_1 *b'* ; nous aurons à l'intersection de ces deux lignes, B_1, le point de rabattement du point B. Du point B_1 nous menons une perpendiculaire en *o*, sur *b b'* et en α sur *x y* ; et de α nous élevons également une perpendiculaire dans le plan vertical. La projection horizontale du point B se trouvera quelque part sur α *o* et le triangle rectangle en ce point, ainsi formé, qui aura pour hypothénuse une ligne à égale B_1 *o*, sera semblable S' *s' n* que nous avons rabattu autour de *n s'*. Portons sur *m n* une longueur *n p* égale à B_1 *o*, et du point *p* abaissons une perpendiculaire sur *n s'* prolongée jusqu'à sa rencontre avec *o* α ; reportons la hauteur du triangle sur la perpendiculaire en α dans le plan vertical, et nous aurons en β et β' les projections horizontale et verticale de la balle.

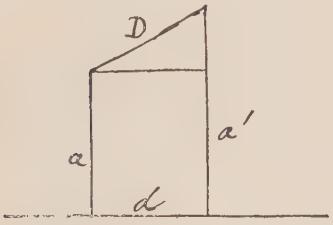
On procédera de la même façon pour les différents points de repère.

Le corps étant ainsi déterminé, on soumet seulement au chirurgien un papier parchemin tendu sur un cadre, et sur lequel on relève le calque de la ligne x y, du repère tracé sur le corps du sujet, et des différentes projections horizontales des corps étrangers et des points de repère. On constituera ainsi, somme toute, une carte topographique, où, à côté de chaque point indiqué, figurera une cote qui donne la distance du point au plan de comparaison. On appliquera alors le plan, de telle sorte qu'il soit tangent suivant le repère tracé sur la peau du sujet, et ainsi figureront, relativement à ce plan, les projections des points intéressants. Au moyen d'une tige graduée, mobile dans une glissière, perpendiculaire à un petit plan que l'on tiendra appliqué sur le calque, on pourra indiquer sur la peau la trace de ces projections verticales sur le plan, et la profondeur, comptée depuis la surface de la peau, à laquelle se trouvera le corps étranger dans cette direction perpendiculaire au plan.

On peut alors enlever ce plan. Il est facile auparavant de conserver la trace de la direction dans laquelle doit être cherché le projectile, en employant une *branche indicatrice* composée de trois tiges articulées : la première, disposée normalement à la surface de la région, sera accolée par son pied en un point situé en dehors du champ opératoire, un des points de repère par exemple. Elle servira d'axe à une seconde branche formant avec elle un angle droit, mobile par une de ses extrémités autour de la précédente qui lui sert de charnière ; l'autre extrémité portera une sorte de vis graduée dont on peut régler l'inclinaison, de façon que son extrémité puisse venir prendre la position exacte du corps étranger. Cette branche mobile pourra

être ramenée, en temps utile, au niveau du champ opératoire, et orientée de façon que la vis vienne indiquer la direction dans laquelle il convient de chercher le corps étranger, et permette d'évaluer la profondeur à laquelle on est arrivé, celle qui reste à atteindre.

Enfin, si on préfère, on peut faire abstraction totalement du plan de projection, et s'en rapporter, pour trouver le corps, aux distances qui le séparent des points de repère fixes, pris sur des rebords osseux. La distance de deux points est, en effet, représentée par l'hypoténuse d'un triangle rectangle, dont un des côtés est égal à la différence des deux cotes, et l'autre est mesurée par la base qui sépare les projections orthogonales de ces deux points (figure 9).



Si a et a' sont les cotes de la balle et d'un point fixe, si d est la distance comptée sur la projection orthogonale, la distance D de la balle au point fixe sera :

$$D = \sqrt{d^2 + (a - a')^2}$$

Cette distance peut aussi être déterminée par un simple graphique. Connaissant la projection ou base de la ligne, il suffit d'élever, à ses extrémités, deux perpendiculaires respectivement égales à la hauteur des cotes. D sera mesurée par la ligne qui joint leurs extrémités (figure 9).

Si l'on relève ainsi, soit graphiquement, soit par le calcul, la distance qui sépare deux points de repère l'un de l'autre, il suffira de mesurer directement sur le sujet, avec un compas, la distance qui sépare ces deux mêmes

points, pour obtenir la quatrième vérification que nous avons indiquée précédemment.

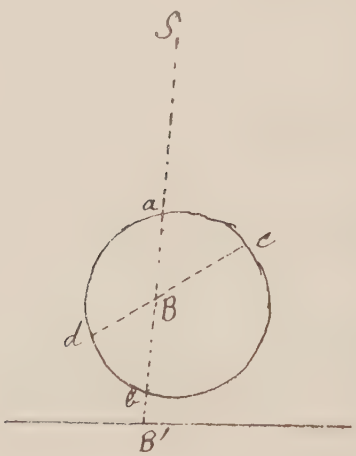
2° Procédés radioscopiques.

On a voulu aussi déterminer la position des corps étrangers, sans avoir recours, comme précédemment, à la radiographie, en enregistrant pour ainsi dire les ombres projetées sur l'écran fluorescent, en marquant de suite leurs traces sur la surface extérieure du sujet.

Outre les procédés de MM. Morize et Londe, MM. Mergier et Guilloz ont donné des procédés radioscopiques dérivés de leurs procédés radiographiques.

Procédé de M. Morize.

Il consiste à faire deux projections coniques de la balle sur un écran fluorescent, le point de vue, c'est-à-dire l'anticathode du tube restant fixe, la région qui contient le corps étranger subissant un certain déplacement. La position du corps sera définie par l'intersection de deux droites dont les extrémités sont des points situés à la surface de la région.



Figurons la section d'un membre par exemple, placé entre le tube et l'écran, et contenant une balle B dont la projection tombe en B' (figure 10) ; on déplace à la partie antérieure du membre un petit disque métallique jusqu'à ce que son image coïncide avec celle de la

balle. On répète la même opération à la face postérieure ; et lorsque les deux disques et la balle se projettent sur l'écran, en ne formant qu'une seule image, tous trois se trouvent sur la même droite SB'. On marque les points *a* et *b* ; puis on tourne le sujet d'un certain angle, et l'on détermine de la même façon une autre droite *c d*, dont l'intersection, avec la première, fixera la position du projectile.

On reproduit par une épure le quadrilatère dont on mesure les côtés et les diagonales avec un compas d'épaisseur. Comme cinq longueurs suffisent pour la construction et qu'on en a six, la dernière sert de vérification. La position de la balle est définie par la distance qui la sépare de chacun des quatre points déterminés.

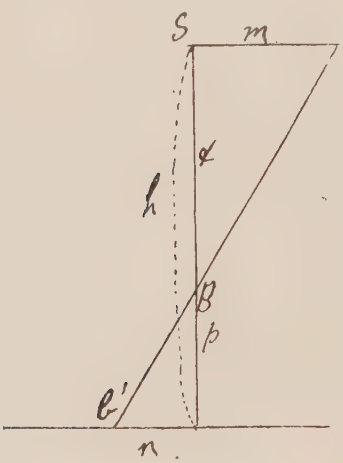
Il nous a semblé qu'il y avait encore une vérification possible pour ce procédé. En effet, les quatre points déterminent un plan dans lequel doit se trouver la balle. Si on passe un ressort d'acier autour du membre, on devra pouvoir le faire coïncider avec les quatre points et on déterminera une section plane dans laquelle devra se trouver la balle (1).

Procédé de M. Mergier.

Le dispositif rappelle beaucoup le procédé radiographique. Deux tubes sont placés à une distance connue, et peuvent être placés au-dessus de l'écran à une hauteur mesurable. L'écran porte également deux fils croisés, dont le point de croisement est placé au pied de la perpendiculaire abaissée du point d'émission de l'un des tubes ; l'un

(1) M. Guilloz. — Conférences sur la radiographie, 1899.

des fils est en outre parallèle à la ligne qui joint les deux anticathodes. On actionne le premier tube, et on déplace l'objet de façon que l'image du projectile vienne tomber au point O. Le corps étranger se trouve alors sur la perpendiculaire qui va du foyer du tube au point O ; on connaît ainsi la direction dans laquelle il se trouve. Pour connaître la profondeur, on actionne le second tube, l'image se déplace, et l'on mesure la valeur du déplacement à l'aide d'un index.



On détermine ainsi deux triangles rectangles semblablables (figure 11), dont on connaît les deux bases m et n, et la hauteur totale de l'un et de l'autre (Fig. 11). Il est posssible de calculer la hauteur p que donne la formule $p = \frac{h}{\frac{m}{n} + 1}$

On peut de même connaître cette distance par mesure directe sur un petit appareil portant deux graduations suivant n et p. La ligne S'b' est un fil que l'on place à la graduation voulue sur n, figurant le second point de projection, et il suffira de lire la profondeur du corps au point de croisement avec la graduation de p.

Procédé de M. Londe.

Il présente assez d'analogies avec le précédent. L'auteur part de cette observation : c'est que l'image d'un

corps étranger ne peut être repérée par rapport aux images des parties voisines du squelette que dans un seul cas, c'est lorsque la perpendiculaire abaissée du centre d'émission sur la plaque sensible, passe par le corps étranger. (Voir figure 1). Pour orienter les radiographies, il propose un appareil, *le radioscope explorateur*, qui permet d'abord de placer le corps étranger dans la position énoncée, qui donne au chirurgien la direction du corps étranger par les points d'entrée et de sortie de la droite passant par le corps étranger, qui mesure enfin sa profondeur sur cette droite.

Le radioscope explorateur se compose de deux anneaux métalliques centrés, qui donneront deux images concentriques lorsque le point d'émission des rayons X sera dans la perpendiculaire passant par leur centre. On place la partie à examiner entre les deux anneaux, en la déplaçant de façon que l'image du corps étranger vienne coïncider avec le centre des images concentriques des anneaux. Le corps alors sera dans la perpendiculaire abaissée du centre d'émission à la plaque.

Deux marqueurs impriment simultanément sur la peau les deux points d'entrée et de sortie de la perpendiculaire.

La profondeur est mesurée par un procédé analogue à celui de M. Mergier. On déplace latéralement l'ampoule, on repère sur l'écran la seconde image obtenue ; on enlève le sujet, et on place, suivant la perpendiculaire déterminée, une échelle métrique dont les dimensions vont se projeter sur l'écran ; il suffit de lire la division qui correspond au point de repère laissé à la place de l'image.

L'appareil permet de prendre des radiographies

orientées en remplaçant l'écran par une plaque photographique.

Procédé de M. Guilloz.

Au lieu de déterminer deux lignes, comme dans les procédés précédents, l'auteur détermine deux plans, dont l'intersection donne la direction où se trouve la balle, à une profondeur que les constructions permettent de calculer. Ce procédé est également susceptible de verifications.

On actionne deux tubes, ayant leurs centres d'émission sur une ligne horizontale au moyen de deux bobines et du double trembleur interrupteur dont nous avons rappelé la description. Il est préférable de faire usage de deux bobines, vu la résistance différente des deux tubes.

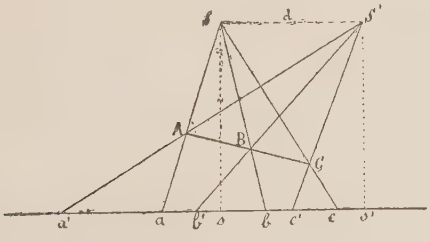
L'écran porte, sur la face opposée à celle où est déposé le platino-cyanure de baryum, une graduation métallique découpée dans une bande de laiton, ou, mieux encore, une graduation sur verre nettement visible fixée du côté fluorescent. L'écran est fixé de telle sorte que le plan horizontal passant par les lignes joignant les anticathodes contienne la graduatiou.

L'installation peut être simplement faite de cette façon ; on est alors obligé, dans la détermination, de déplacer le malade que l'on place sur un table mobile de photographe. Il est préférable de ne pas déplacer le malade, en rendant alors le déplacement du tube solidaire de celui de l'écran. Malgré la distance qui sépare les tubes de l'écran ($0^m,50$ à 1 mètre), on arrive à les rendre solidaires par un dispositif de tiges articulées et de glissières, qui permettent d'abaisser ou d'élever tout le système, ou de l'incliner

autour d'un axe horizontal dont les deux extrémités passent au milieu de l'intervalle séparant les deux tubes.

Le sujet est placé entre les tubes et l'écran, et, dans les dernières dispositions d'observation, on déplace verticalement le système, de façon à obtenir une double image du corps étranger sur la graduation, si toutefois cette graduation et la ligne des anticathodes sont bien parallèles, condition qui vérifie déjà la régularité de l'appareil. Le corps recherché se trouve alors dans le plan passant par la ligne graduée et la ligne des anticathodes. Pour déterminer ce plan à la surface du sujet, il suffit de déplacer une tige métallique étroite sur son corps, en mettant l'image rectiligne en coïncidence avec la graduation de l'écran. On obtient ainsi, sur la surface du sujet, autant de repères que l'on voudra de ce plan de section qui contient la balle. On oblique ensuite le système d'environ 45 degrés ; et l'on détermine semblablement à la surface du sujet une autre section plane contenant la balle.

Celle-ci se trouvera à l'intersection des deux plans, c'est-à-dire sur la ligne droite joignant les deux points de rencontre des courbes ainsi tracées à la surface. On collera alors deux petits repères métalliques de forme différente en ces points : A et C (Figure 12). On pourrait déplacer le sujet, et déterminer ainsi une seconde ligne passant aussi par la balle, ce qui nous ramènerait aux résultats du procédé de M. Morize.



Pour vérifier que la balle se trouve bien sur la ligne

tracée, il suffit de voire si, pour une autre position des tubes ou du sujet, on peut amener les doubles images des repères et de la balle à se former simultanément sur l'échelle graduée.

On notera les positions des doubles images a, a' b, b' c, c', sur l'échelle divisée. Un calcul simple montre que si d est la distance S S' :

$$\frac{AB}{AC} = \frac{d + cc'}{d + bb'} \cdot \frac{aa' - bb'}{aa' \quad cc'}$$

$$\frac{BC}{AC} = \frac{d + aa'}{d + bb'} \cdot \frac{bb' - cc'}{aa' - cc'}$$

$$\frac{BC}{AB} = \frac{d + aa'}{d + cc'} \cdot \frac{bb' - cc'}{aa' - bb'}$$

Ce procédé est aussi susceptible d'une vérification portant sur la détermination de la position de la balle sur la ligne AC. Il est alors *nécessaire et il suffit* de noter, une fois pour toutes, les projections s et s' des centres d'émission des rayons sur la plaque, pour calculer les longueurs AB, BC, AC, dont l'une, AC, susceptible d'un contrôle direct, servira de vérification à la détermination. Ces projections s'obtiennent en déplaçant de l'autre côté de l'écran et suivant la graduation, une petite règle portant une tige métallique assez épaisse et creuse qui lui est perpendiculaire, et cela jusqu'à ce qu'on observe, lumineuse sur l'écran, la section de ce petit tube creux. Ce procédé rappelle celui que MM. Imbert et Bertin Sans ont donné à l'origine pour déterminer le centre d'émission des rayons X.

On peut établir les formules qu'il convient d'appliquer pour la vérification dans ce cas général. Mais, comme elles sont assez compliquées, il est préférable de procéder plus

simplement, en mettant en coïncidence avec la projection sur l'écran de l'un des centres d'émission des rayons X, un des repères extérieurs, par exemple C et s'. Ce résultat sera atteint quand les projections c et c' se confondront en une seule projection unique en s'.

Dans ces conditions si h est la distance des anticathodes à l'écran,

$$AC = \frac{\sqrt{h^2 \overline{aa'}^2 + \overline{sa'}^2 d^2}}{d + aa'}$$

$$BC = \frac{\sqrt{h^2 \overline{aa'}^2 + \overline{s'b'}^2 d^2}}{d + bb'}$$

On contrôlera si la longueur AC ainsi calculée correspond bien à la longueur obtenue par une mensuration directe faite sur le sujet au moyen d'un compas.

Ainsi se trouvera vérifiée l'exactitude de BC, car il n'y a pas plus d'erreur à commettre dans cette détermination que dans celle de AC. (Société de médecine de Nancy, séance du 24 mai 1899.)

ETUDE COMPARATIVE
DES PROCÉDÉS DE DÉTERMINATION

Les procédés employant tous ou la radioscopie ou la radiographie, on peut faire tout d'abord une comparaison générale entre les résultats que sont susceptibles de fournir l'une et l'autre de ces méthodes d'examen.

Radioscopie et radiographie.

Elles présentent en effet leurs avantages et leurs inconvénients.

La grande supériorité de la radiographie sur la radioscopie est due à l'intensité plus grande des images obtenues avec la première. En particulier, lorsque l'on examine des régions fort épaisses, une grande partie des rayons sont arrêtés ; les images des objets sur l'écran seront sombres et peu nettes ; ou, lorsque l'on ne dispose que d'un tube peu puissant alimenté par un courant trop faible, les images seront peu intenses et peu visibles ; tandis que ces inconvénients disparaissent par l'emploi de la radiographie, en

augmentant le temps de pose. Les images seront beaucoup plus nettes et plus accentuées, l'action des rayons X étant pour ainsi dire additionnée par la plaque, pendant tout le temps qu'elle reste soumise à leur action.

C'est là, en général, l'objection grave que l'on adresse aux procédés basés sur la méthode radioscopique, d'une part aux procédés géométriques si séduisants par leur grande simplicité, et, d'autre part, aux procédés appartenant à la méthode de la radioscopie stéréoscopique. Leur emploi se trouvera limité par les conditions qui ne permettent plus d'obtenir une visibilité suffisante des images des objets sur l'écran.

La méthode radiographique présente encore quelques avantages appréciables. La plaque photographique sera la preuve indiscutable, le témoin palpable et permanent, le contrôle exact de la présence du corps étranger. Les données une fois enregistrées sur le cliché, on pourra remettre à plus tard les opérations complémentaires. C'est ainsi, du moins, que la plaque photographique obtenue par le procédé de M. Guilloz donne, avec la seule connaissance de la distance des tubes à la plaque, tous les renseignements nécessaires pour déterminer la situation du corps étranger et pour fournir au chirurgien les points de repère qui lui sont utiles ; elle présente enfin la vérification graphique des données qu'elle fournit.

Nous nous bornerons à rappeler l'intérêt que peut aussi avoir, en médecine légale, cette inscription mathématique, sur une plaque photographique, de la position exacte du corps étranger.

Enfin, les images photographiques, une fois obtenues, peuvent être reproduites en nombre indéfini, et l'on peut

transformer les photographies en phototypies. Ces derniers avantages sont principalement appréciables en radiographie stéréoscopique.

Mais la radiographie présente aussi quelques inconvénients que n'a pas la radioscopie. Nous signalerons la lenteur des manipulations photographiques ; l'impossibilité d'obtenir quelquefois l'immobilité absolue du sujet, pendant les longues poses nécessaires pour obtenir une action suffisante des rayons : on peut avoir affaire à un enfant, à un sujet indocile ; le sujet est exposé à des mouvements réflexes produits par une étincelle électrique ou toute autre cause ; la région peut être animée de mouvements continus, comme le thorax. Dans ce dernier cas, la radioscopie stéréoscopique semble surtout appelée à donner de beaux résultats. Enfin, on n'obtient qu'une seule image pour chaque pose, image limitée par les dimensions de la plaque ; il faudra donc renouveler les poses pour avoir des photographies d'une région plus étendue, ou de la région dans des situations différentes.

La radioscopie présente en effet l'avantage très pratique de pouvoir explorer tout le champ qui se présente devant le tube, en déplaçant l'écran. On pourra, sans difficulté, examiner des régions très éloignées et varier les attitudes du malade, sans que celui-ci soit tenu à une immobilité complète. La méthode est en outre une méthode d'examen très rapide, puisqu'il suffit d'examiner directement les images produites sur l'écran.

Mais nous savons que ces images sont moins intenses que celles obtenues par la radiographie. La méthode en est moins sûre ; elle peut quelquefois passer sur le corps étranger sans le révéler ; elle ne permettra pas d'être aussi affir-

matif. Il est généralement utile de la faire précéder la radiographie, pour indiquer du premier coup d'œil la situation déjà approximative du corps étranger et pour permettre d'orienter les photographies.

I. — MÉTHODE STÉRÉOSCOPIQUE

Cette méthode permet d'examiner une image virtuelle de l'objet, qui apparaît reconstitué avec ses trois dimensions dans l'espace ; elle donne à l'œil l'illusion de percevoir le relief, et permet ainsi de voir le corps étranger en place à l'intérieur du corps, d'apprécier directement sa profondeur et les rapports qu'il affecte avec la région avoisinante. On obtient une vue d'ensemble de la région envisagée, avec tous ses détails ; et le repérage du corps étranger peut se faire non seulement par rapport à des points de la surface choisis arbitrairement, mais aussi par rapport à des points intérieurs, et cela pour ainsi dire d'un seul coup d'œil. Le chirurgien pourra ainsi trouver des points de repère dans chaque plan qu'il traversera, et se guider au milieu des organes, apprécier les lésions osseuses qu'il doit aborder. Bien plus, dans le cas de radiographie stéréoscopique, il pourra, pendant l'opération même, se reporter constamment à l'examen de l'objet virtuel.

Tels sont les avantages attribués à la méthode stéréoscopique. En réalité, ils sont moins importants qu'ils peuvent le paraître au premier abord. Il est loin d'être indispensable, pour le chirurgien, de voir reconstituées dans l'espace les différentes parties de la région envisagée. D'ailleurs, la radiographie ne peut présenter sous ses yeux que

les contours des parties molles, et les parties osseuses qui sont beaucoup moins intéressantes à connaître dans le détail, que le trajet exact des vaisseaux et des nerfs, dont l'importance est beaucoup plus considérable ; elle n'offre donc pas un tableau anatomique véritablement complet, un champ opératoire parfaitement dessiné.

Lorsque le chirurgien se trouvera en présence de cette région elle-même jalonnée de points de repère, alors qu'il connaît la distance exacte qui le sépare du corps étranger, il lui sera facile de tracer sa ligne de conduite, puisque l'anatomie lui a appris à connaître la topographie de la région. D'ailleurs, s'il avait quelque hésitation, s'il craignait de s'être égaré trop loin, il usera du compas d'opération de M. Contremoulins, ou de la branche indicatrice de M. Guilloz, qui, par la précision de leurs indications, le remettront beaucoup plus facilement sur la voie, que l'examen d'une image virtuelle de la région qu'il a sous les yeux.

Le chirurgien doit, en effet, s'en rapporter à l'appréciation de ses yeux pour mesurer les distances, car on ne saurait directement mesurer les dimensions d'un objet virtuel. Cette approximation sera facile quand le corps étranger sera proche d'un point de repère : elle sera beaucoup moins rigoureuse dans les parties plus épaisses comme le tronc. Et, malgré les perfectionnements apportés à leur procédé par MM. Marie et Ribaut, pour permettre de mesurer les distances par comparaison avec des fils métalliques, espacés à des intervalles mesurés, nous croyons qu'on ne saurait se contenter d'approximation, ni exiger trop de précision, surtout pour la détermination des corps étrangers intracrâ-

niens, où il importe de s'entourer de toutes les précautions qu'exige l'importance de l'organe intéressé.

De plus, les procédés de cette méthode ne sont pas sans présenter certains inconvénients.

1° Radioscopie stéréoscopique.

Pour ce qui est de la radioscopie stéréoscopique, il faut d'abord tenir compte des observations générales que nous avons faites sur la radioscopie. Nous répéterons que les procédés de cette méthode ne sont pratiquables qu'autant que les ombres portées sur l'écran sont suffisamment distinctes, ce qui dépend de la nature des régions traversées et du corps recherché, de leur épaisseur et enfin de l'intensité de l'éclairage.

L'appareil de MM. Roulliès et Lacroix fonctionne à la main, ce qui est un moyen un peu sommaire : car si le nombre des interruptions n'atteint pas un nombre suffisant à la seconde, l'observation devient très fatigante pour les yeux ; il se produit, sans aucun doute, un de ces phénomènes de papillottement étudiés par M. le professeur Charpentier, phénomènes qui troublent la netteté de la vision, en donnant lieu à une impression pénible.

L'appareil à éclipse, qui est un disque semi-lunaire percé de deux orifices, nous semble pouvoir être avantageusement remplacé par un disque entier percé d'orifices plus nombreux également espacés, et correspondant à un nombre d'interruptions plus grand.

Ces conditions défectueuses sont évitées dans l'appareil de M. Destot et dans celui de M. Guilloz. Celui-ci possède sur l'autre l'avantage dû à la nouveauté et à la simplicité de son appareil à éclipse qui dispense de tout engrenage.

2° Radiographie stéréoscopique.

Nous avons indiqué déjà les avantages généraux de cette méthode ; nousavons discuté leur valeur, et en particulier de celui qui consiste à remettre sous les yeux du chirurgien, avec le stéréoscope, la disposition interne de la région ; nous savons quelle exactitude elle peut donner. Nous devons ajouter encore quelques observations. Nous avons vu, par la description de cette méthode, qu'elle exige un certain nombre d'opérations délicates dans lesquelles il peut se glisser quelque erreur qui pourra passer inaperçue. L'instrument, qui est l'intermédiaire obligé, enlève aussi un peu de précision et d'exactitude aux résultats.

Au point de vue pratique, nous ajouterons que cette méthode nécessite deux poses successives avec deux plaques différentes, et des repérages assez minutieux des deux plaques. Si les épreuves sont trop grandes pour être adaptées au stéréoscope, une opération complémentaire est nécessaire pour obtenir un rapetissement des images, peu favorable d'ailleurs à la netteté de la vision : d'autant plus que les détails nombreux entraînent souvent la confusion. Pour les photographies des régions qui présentent une grande épaisseur de tissus denses, comme le crâne, les images restent obscures et ne donnent que des résultats insuffisants.

Cependant la méthode stéréoscopique est appelée à rendre de grands services.

Les procédés radioscopiques seront employés pour l'examen des régions peu épaisses, dont les images sont nettement

obtenues ; elle donnera des renseignements beaucoup plus précis et plus complets que l'examen direct sur l'écran, ou que l'interprétation d'une seule radiographie et permettra d'éviter encore bien des mécomptes. La facilité et la rapidité de son emploi la rendent avantageuse ; elle dispense des manipulations photographiques de la méthode radiographique, dont elle est appelée à restreindre l'emploi. On pourra enfin associer cette méthode au procédé géométrique décrit par M. Guilloz. Il suffit, pour cela, de donner à l'écartement des tubes une valeur appropriée, le dispositif adopté se prêtant d'ailleurs en tout point à cette combinaison qui sera très utile dans un service de radiographie.

Le procédé radiographique de MM. Marie et Ribaut a donné entre leurs mains de beaux résultats, surtout pour les études anatomiques, et pour l'examen de désordres osseux complexes, qui réclament une vue d'ensemble de l'objet. Au point de vue de la détermination des corps étrangers, elle fournit des renseignements très approximatifs, qui pourront suffire dans certains cas. Enfin, si elle est inférieure en exactitude à certains procédés géométriques, elle pourra avantageusement leur être associée ; il suffira de donner au déplacement du tube qui est à peu près arbitraire dans ces méthodes, une valeur indiquée par les tables de MM. Marie et Ribaut. On aura ainsi une méthode qui réunira les avantages de la stéréoscopie de précision et l'exactitude des déterminations géométriques.

II. — MÉTHODE GÉOMÉTRIQUE

Après avoir attribué aux méthodes stéréoscopiques le rôle qu'il convient de leur accorder, nous devons examiner les procédés géométriques, qui, comme nous l'avons dit, comportent plus de précision, et permettent d'évaluer mathématiquement les distances qui intéressent le chirurgien. Plusieurs de ces méthodes ont déjà reçu la consécration des expériences cliniques.

Nous allons les examiner comparativement au point de vue de trois qualités essentielles, qu'elles présentent réunies à divers degrés, et qui font la supériorité de quelques-unes d'entre elles ; nous leur demanderons :

1° d'être à la fois simples et pratiques ;

2° douées d'une exactitude complète ;

3° d'être sûres, et pour cela vérifiables.

1° Procédés radioscopiques.

Les procédés radioscopiques sont les plus simples ; mais ils ne peuvent s'appliquer dans tous les cas.

Le procédé de M. Morize est assurément le plus élégant ; il n'exige aucune installation spéciale, ne réclame qu'un graphique des plus simples, ne nécessite qu'un temps très réduit. Il est applicable pour toutes les régions du corps qui se laissent suffisamment traverser par les rayons X, c'est-à-dire que l'on ne pourra l'employer pour les corps étrangers situés profondément dans le bassin et surtout

dans le crâne. Dans les cas où il pourra être appliqué, on pourra compter sur une grande exactitude dans les renseignements qu'il fournit. Enfin, il est susceptible de vérifications succinctes qui ne sont pas négligeables.

Le procédé radioscopique de M. Mergier est sujet aux mêmes critiques que le procédé radiographique. Il est cependant simple et ingénieux ; mais il pèche surtout par l'insuffisance de la détermination du plan de l'écran par rapport à la région avec laquelle on le met en contact. Les points de repère, indiquant la direction dans laquelle se trouve le corps, ne sont pas déterminés d'une façon précise. Il ne surpasse nullement le procédé précédent.

Le procédé de M. Londe permet de choisir la situation la plus favorable pour examiner la région intéressée, et d'obtenir des radiographies orientées. C'est là son originalité. Les points de repère sont plus minutieusement déterminés que dans le procédé précédent ; le moyen de mesure de la profondeur est identique.

Le procédé de M. Guilloz ne nécessite qu'un appareil très simple, tout comme les précédents, qui permet d'effectuer très rapidement les opérations de repérage. La lecture des distances des images est facile ; les calculs ne sont pas longs à effectuer. Quant à l'exactitude, nous constaterons qu'il est plus facile d'éviter les erreurs en déterminant deux points par l'intersection de deux lignes, que d'en déterminer quatre en faisant coïncider les centres de plusieurs ombres superposées et d'inégales grandeurs, comme dans le procédé de M. Morize. La détermination de ces quatre points ne se fait pas en effet sans difficulté : dès que le repère métallique entre dans le cône d'ombre déterminé par le corps étranger, son image cesse d'être perçue tant

qu'il reste dans le cône d'ombre ; et il devient délicat de placer le repère au point correspondant à la ligne passant par le centre du corps étranger. Quand nous déterminons une ligne passant par les deux images, l'ombre rectiligne débordant de chaque côté les deux images, sera facilement dirigée de façon à passer en leur milieu. Les deux plans se croiseront donc au centre même de la balle. Le procédé de M. Guilloz s'accompagne en outre de vérifications qui permettront d'accorder une entière confiance aux résultats qu'il fournit.

Ces procédés sont tous simples et expéditifs ; ils dispensent des manipulations photographiques, toujours fort longues, que nécessitent les autres procédés géométriques ; ils sont appelés à rendre les plus grands services dans les cas urgents, et en particulier dans la chirurgie de guerre.

Le procédé de M. Guilloz se distingue entre tous par sa rigoureuse précision, et la possibilité qu'il a d'être vérifié. Nous avons déjà signalé antérieurement comment on pouvait, avec le dispositif employé par ce procédé, réaliser les conditions permettant d'appliquer simultanément la méthode stéréoscopique à l'examen des images doubles obtenues sur l'écran.

Toutefois nous savons que l'emploi de ces procédés est limité par les conditions générales déjà énumérées.

2° Procédés radiographiques.

Les procédés faisant usage de la méthode radiographique suppléeront à l'insuffisance des procédés précédents ; car, grâce aux progrès réalisés, on obtient actuellement des

images photographiques assez nettes de toutes les parties du corps, du bassin et même du crâne, qui, jusqu'ici, est resté inaccessible aux procédés radioscopiques.

On a vu que ces procédés emploient des dispositifs et des appareils plus compliqués ; ils ont recours à des manipulations photographiques qui prolongent la durée du travail ; enfin des opérations géométriques sont nécessaires pour la détermination. Mais ils tendent à obtenir une détermination parfaitement exacte.

Ce n'est pas cette dernière qualité que nous contesterons au *procédé de MM. Remy et Contremoulins*. Les précautions les plus minutieuses sont prises, pour assurer l'immobilité du sujet, pour déterminer exactement le point d'émission des rayons X et la position du corps étranger. Il se présente donc comme un procédé savant, mais fort compliqué. La disposition du bâti de bois fixé par un moulage en plâtre est très laborieuse ; et nous doutons qu'il soit toujours possible d'appliquer un tel appareil, lorsque le blessé présentera des lésions un peu étendues. Il nécessite deux poses successives et deux plaques photographiques, ce qui prolonge notablement les opérations. La détermination du corps étranger, très minutieuse, est aussi longue que compliquée, encore que M. Contremoulins ait renoncé à employer la méthode de photogrammétrie du colonel de Laussedat. Le moindre inconvénient de l'appareil est d'être coûteux. Mais, dans les opérations nombreuses que nécessite ce procédé, il peut se glisser accidentellement quelque erreur, dont la possibilité, envisagée par le chirurgien, pourra toujours laisser place à un doute dans l'esprit de celui-ci. Enfin le procédé de M. Contremoulins ne s'applique qu'au crâne.

Il était naturel de rechercher un procédé plus simple. Cette simplicité est la qualité primordiale *des procédés de M. Mergier et de MM. Mackensie Davidson et Hedley* que l'on peut, vu leur grande similitude, réunir pour une critique commune ; car ils ne sont pas exempts de causes d'erreur. La position du corps étranger est en effet déterminée par rapport à la plaque photographique ; et sa distance en profondeur mesurée par sa projection sur cette plaque. Cette distance ne mesurera la profondeur du corps à partir de la surface de la région, que dans le cas où la projection du corps étranger se fait sur la partie de la peau en contact avec la plaque. Le plan de la plaque a une situation mal déterminée par rapport à la surface de la région contre laquelle il est appliqué, et son inclinaison pourra varier, quand on voudra s'en servir pour reporter sur le sujet les distances qui séparent les corps des plans de projection. On a reproché aussi à ce procédé de ne rien faire pour assurer l'immobilité du sujet. Nous n'insisterons pas plus longtemps sur ce procédé, si séduisant de prime abord par sa simpliclté.

M. Guiltoz a songé à un procédé qui réunirait cette qualité du procédé de M. Mergier à l'exactitude de celui de M. Contremoulins. Il a voulu, de plus, que l'on puisse vérifier toutes les opérations effectuées de façon à ne livrer au chirurgien que des résultats éprouvés. Ainsi se trouvent réunies les trois qualités que nous avons demandées, dès l'abord, au procédé dont il convient de faire choix.

L'auteur a évité soigneusement le grave reproche que l'on adresse au procédé de M. Mergier. Il choisit sur la surface du corps du sujet un plan qui sera tangent à celui de la plaque, et qui permettra de retrouver le plan consi-

déré avec une position invariable. Les distances calculées pourront donc être comptées à partir de ce plan sans cause d'erreur, due à une variation de l'inclinaison du plan. Dans les cas où un tel plan défini ne pourra être réalisé à la surface de la région trop irrégulière, les distances du corps cherché aux points de repère choisis sur cette région suffiront à renseigner très exactement le chirurgien.

On est ainsi dispensé d'avoir recours à un appareil aussi compliqué que celui de M. Contremoulins. L'immobilité du sujet sera suffisamment assurée, puisque la région qui sera soumise à l'examen reposera sur une base de sustentation assez large qui est le plan de projection choisi. D'ailleurs, le temps de pose est réduit de moitié, puisque les deux images sont prises simultanément, sans changer de plaques.

Nous n'insistons pas davantage sur la simplicité du dispositif, ni sur les détails de l'installation qui ne demande, somme toute, qu'un niveau d'eau et un fil à plomb. Les opérations complémentaires sont encore moins compliquées : on construit une épure des plus simples qui détermine la position dans l'espace des points envisagés par leurs projections cotées sur un plan horizontal. La distance du corps étranger aux points de repère est donnée par un calcul ou un graphique élémentaires. Nous ferons encore remarquer que M. Contremoulins prend invariablement ses points de repère sur la face et que la position du corps, si éloigné qu'il soit, est déterminée par rapport à ces points. Au contraire, nous pouvons choisir notre plan de projection aussi proche que possible du corps étranger, c'est-à-dire dans la région qu'il conviendra apparemment au chirurgien d'attaquer ; de la sorte, il pourra avoir sa ligne et

ses points de repère tout proches de son champ opératoire. D'autre part, la tige que nous avons décrite rendra au chirurgien les mêmes services que le compas indicateur de M. Contremoulins : appliquée avant l'opération, elle sera toujours à la disposition du chirurgien, sans l'obliger de suspendre son opération (1).

Telles sont les qualités pratiques de ce procédé, applicable non seulement à la tête, mais à toutes les régions ; son exécution est facile et rapide pour peu que l'on soit familiarisé avec la technique suivie. Il offre, sur les autres procédés, qui pourraient rivaliser avec lui d'exactitude ou de simplicité, l'avantage de présenter un contrôle graphique, qui permet de vérifier chaque temps des opérations successives que l'on a accomplies. « Je n'insisterai pas, disait M. Guilloz dans sa communication, sur la grande importance du contrôle, dans les cas où la responsabilité du directeur du service radiographique est engagée dans ces déterminations, alors qu'il ne lui est pas toujours possible de les effectuer lui-même. » Qu'il nous soit permis d'insister, au contraire, en ajoutant que l'on ne saurait s'entourer de trop de précautions, pour donner au chirurgien des indications exactes et sûres ; car elles serviront de base à des interventions souvent graves, lesquelles demandent, pour la chirurgie du cerveau surtout, une précision minutieuse qui sera le meilleur gage du succès.

(1) Il serait possible aussi d'employer un compas analogue à celui de M. Contremoulins, mais beaucoup plus simple ; la quatrième tige du compas serait mobile dans une coulisse sur laquelle viendrait s'appuyer les trois autres tiges auxquelles on pourrait donner des longueurs appropriées. Les extrémités de ces trois tiges correspondraient à trois points de repères choisis aux environs du champ opératoire ; l'extrémité de la quatrième serait déterminée, non plus graphiquement, mais métriquement suivant les données obtenues par le procédé de M. Guilloz, sans tenir compte du plan de projection. La coulisse imprimerait à la tige indicatrice sa direction ; une graduation qu'elle porterait indiquerait au chirurgien la profondeur à laquelle elle doit rencontrer le corps étranger.

CONCLUSIONS

La découverte des propriétés des rayons X permet de déterminer exactement la position des corps étrangers situés dans l'organisme, en employant des méthodes appropriées. Chacune de ces méthodes a sa valeur et ses indications.

1° La radioscopie stéréoscopique, de date toute récente, sera très utile dans les services de radiographie. Elle s'appliquera aux régions d'épaisseur assez faible, telles que les membres, le cou. Elle permettra de se rendre compte immédiatement de la position du corps étranger, et des désordres anatomiques qui accompagnent sa présence. Parmi les procédés de ce groupe, celui de M. Guilloz est remarquable par la simplicité de son instrumentation.

2° La radiographie stéréoscopique permet de fixer les images que l'on obtient avec la méthode précédente ; elle pourra s'appliquer aussi, lorsque celle-ci ne donnera que des images insuffisantes ; cependant elle ne saurait être utilisée pour le crâne. Elle ne peut donner qu'une appréciation approximative.

3° Les procédés géométriques radioscopiques sont simples et rapides, et, comme tels, destinés à être très appréciés par la chirurgie de guerre. Le procédé de M. Guilloz donne des

résultats très exacts et vérifiables ; il peut être combiné avec son procédé de radioscopie stéréoscopique.

4° Les procédés géométriques radiographiques suppléeront aux procédés précédents, et trouveront principalement leur application dans la recherche des corps étrangers intracrâniens ; aussi se recommandent-ils de la précision de leurs résultats. Le procédé de M. Guilloz réunit seul les qualités de simplicité et d'exactitude que chacun des autres procédés possède en propre ; il est en outre vérifiable. Il convient donc, à cause de ces vérifications faciles, de lui accorder une préférence justifiée, que l'expérience ne manquera pas de consacrer.

Nous serons heureux si notre étude peut servir de guide utile dans le choix des procédés à adopter dans les installations radiographiques, et contribuer à vulgariser l'emploi des procédés nouveaux dont nous avons rapporté la description.

Vu :
Le 22 juillet 1899.
Le Président de la Thèse,
GROSS.

Vu par le Doyen :
GROSS.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur,
A. GASQUET.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Bergonié (J.). *Archives d'électricité médicale*, 1897 (p. 14).

— *Archives d'electricité médicale* 1898, (p. 532).

Bouchacourt (L). — *Thèse de Paris* (1897).

— *Archives d'électricité medicale*, 1898 (p. 469).

Boucheron. — Société d'ophtalmologie (31 mars 1898).

Brandt (Ch.). — *La Radiographie* (10 mai 1899.)

Brissaud et Londe. — Académie des sciences (8 juin 1896).

Broca — Société française de physique (16 décembre 1898).

Buguet. — Technique médicale des rayons X (1897).

Buxbaum, de Carlsbad. — Club méd. de Vienne, 18 novembre 1897 (Analysé in *Rev. méd. de Thérapeutique*, 15 janvier 1898).

Cazes (L.). — Stéoroscopie de précision (Paris, 1895).

Chabaud (V.). — *Bulletin de l'Académie de médecine* (22 novembre 1898).

Chabaud et Pellin. — Société française de physique (Avril 1899).

Cluzet (J. V.). — *Archives d'électricité médicale*, 1898 (p. 374).

Contremoulins (G.). — *Bulletin de l'Académie de médecine* (30 mars 1897).

— Société française de physique (23 et 24 avril 1897).

— *Bulletin de l'Académie de médecine* (23 novembre 1897).

— *Revue illustrée de Polytechnique médicale et cherurgicale* (mai 1898, p. 113).

Davidson (M.). — *British medical Journal* (1er janvier 1898). Analysé in *Archives d'électricité médicale,* 1898 (p. 224).

Destot. — *La Radiographie* (10 mai 1899).

Friedenberg. — Med. Record (15 mai 1897). (Analysé in *Revue générale d'ophtalmologie.*)

Gariel (C. M.). — *Revue des sciences* (30 novembre 1897.)

— *Bulletin de l'Académie de médecine* (1er mars 1897).

Gross (Fr.). — XIe Congrès français de Chirurgie.

Guilloz (Th.). — Société de médecine de Nancy (23 novembre 1898).

— Société française de physique (16 décembre 1898).

— Société de médecine de Nancy (24 mai 1899.)

Guilloz et Jacques. — Société française d'Otologie, de Laryngologie et de Rhinologie (Congrès de 1898).

Hébert (A.). — La technique des rayons X (Paris 1897).

Hedley. — *British medical Journal* (1er janvier 1898).

Imbert et Bertin-Sans. — *Archives d'électricité médicale*, 1896. (p. 303).

— *Presse médicale* (8 juillet 1896)

Lacroix. — Comptes rendus de l'Académie des sciences (16 janvier 1899).

— *Archives d'électricité médicale* (15 avril 1899, p. 138).

Le Dentu. — *Bulletin de l'Académie de médecine* (23 novembre 1897).

Lippmann. — Comptes rendus de l'Académie des sciences (27 mars 1899).

Londe. — Traité pratique de Radiographie et de Radioscopie 1898.

— Comptes rendus de l'Académie des sciences (27 mars 1899).

Marey. — *Bulletin de l'Académie de médecine* (30 mars 1897).

Marie et Ribaut. — Comptes rendus de l'Académie des sciences (22 mars 1897).

— Société française de physique (23 avril 1897).

— *Archives de physiologie* (juillet 1897).

— *Archives d'électricité médicale* (15 août 1897, p. 300).

— *Archives d'électricité médicale* 1899 (p. 123).

Mergier. — *Bulletin de l'Académie des sciences* (7 décembre 1897).

— *Revue illustrée de polytechnique médicale et chirurgicale* (avril 1897, p. 101).

MORIZE. — Comptes rendus de l'Académie des sciences (31 janvier 1898).
PÉAN. — *Bulletin de l'Académie de médecine* (7 décembre 1897).
RADIGUET et GUICHARD. — Société d'ophtalmologie (31 mars 1898).
RÉMY et CONTREMOULINS. — *Bulletin de l'Académie de médecine* (30 mars 1897.)
— Société française de physique (23 avril 1897).
— *Bulletin de l'Académie de médecine* (23 novembre 1897).
RIBAULT. — (Voir Marie).
ROULLIÈS et LACROIX. — Comptes rendus de l'Académie des sciences (16 janvier 1899.)
— *Archives d'électricité médicale* (15 avril 1899, p. 138).
VALENÇON (P. H.). — *Gazette des Hôpitaux* (14 mai 1898).
VANDEVYVER. — *Archives d'électricité médicale*. 1897 (p. 104).

TABLE DES MATIÈRES

Pages

I. — Préface 5
II. — Introduction 11
III. — Description des procédés de détermination.
I. — Méthode stéréoscopique. — Généralités . . 21
1° Radioscopie stéréoscopique. — Principes de la méthode 22
Appareil de MM. Roulliès et Lacroix . . 23
Appareil du Dr Destot 23
Appareil de M. Guilloz 24
2° Radiographie stéréoscopique 27
Procédé de MM. Marie et Ribaut . . . 28
II. — Méthode géométrique. — Procédés élémentaires 37
— Principe des méthodes de détermination exacte 43
1° Procédés radiographiques 44
Procédé de MM. Rémy et Contremoulins (Le Dentu) 44
Procédé du Docteur Mergier (Péan) . . . 47
Procédé de Mackensie, Davidson et Hedley. 50
Procédé de M. Guilloz 51
2° Procédés radioscopiques 60
Procédé de M. Morize 60
Procédé du Dr Mergier 61
Procédé de M. Londe 62
Procédé de M. Guilloz 64

IV. — Etude comparative des procédés de détermination. — Radioscopie et Radiographie 68
I. — Méthode stéréoscopique. — Avantages généraux 71
1° Radioscopie stéréoscopique 73
2° Radiographie stéréoscopique 74
II. — Méthode géométrique. — Qualités principales 76
1° Procédés radioscopiques 76
2° Procédés radiographiques 78
V. — Conclusions. 83
VI. — Index bibliographique 85

Nancy, imp. A. CRÉPIN-LEBLOND, 21, rue Saint-Dizier.

IMPROBVS
LABOR
OMNIA
VINCIT